

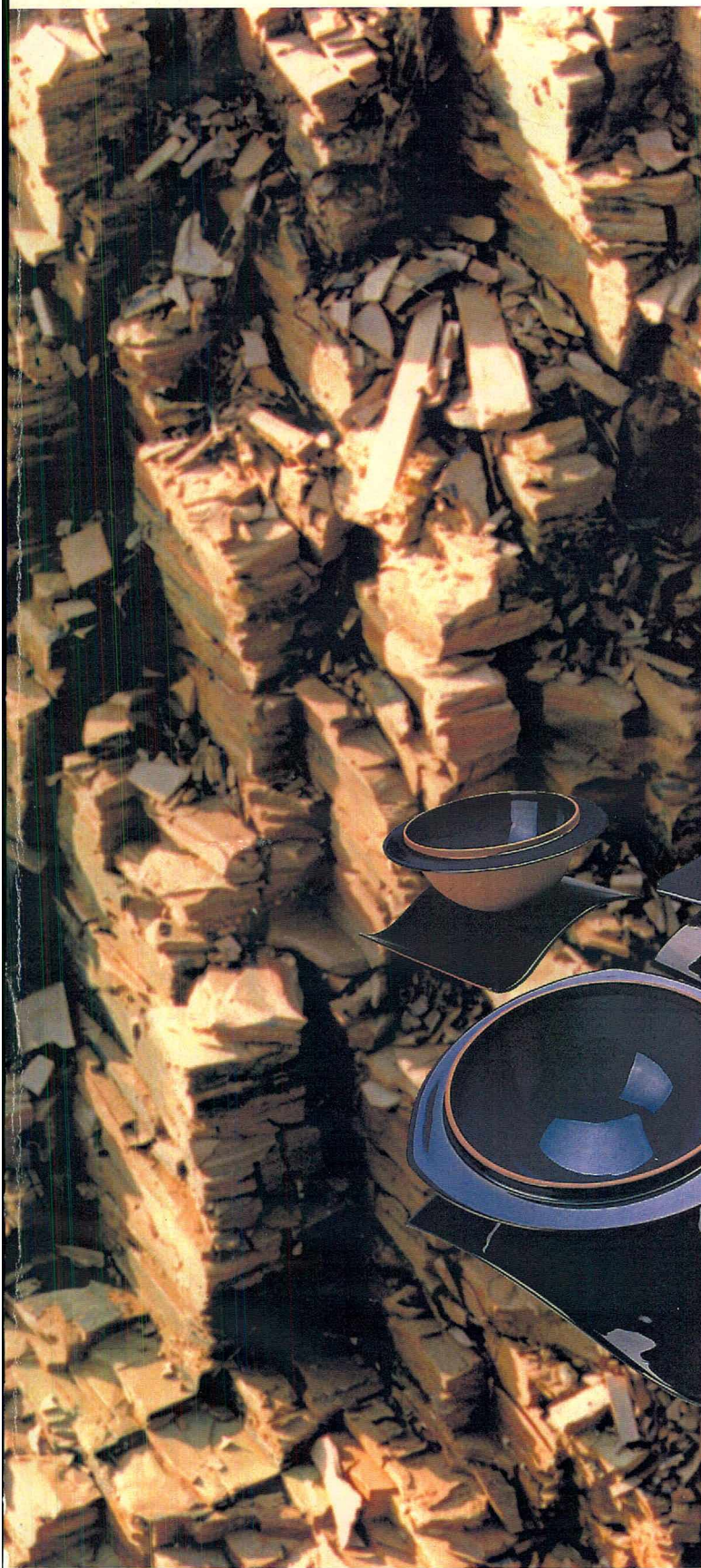
**DULCE MARIA DE PAIVA
FERNANDES**

**DESIGN E
TECNOLOGIA
APLICADOS
A PRODUTOS
DOMÉSTICOS
EM GRÊS
CERÂMICOS**

**Tese para obtenção
do grau de doutor,
em Engenharia
de Produção,
no Programa
de Pós-Graduação
em Engenharia
de Produção da
Universidade Federal
de Santa Catarina**

FLORIANÓPOLIS

1998



DULCE MARIA PAIVA FERNANDES

COADJUNTO PARA DOUTORADO
COADJUNTO PARA DOUTORADO

1979

REGISTRO
REGISTRO



0.292.651-0



UFSC-BU

**DESIGN E
TECNOLOGIA
APLICADOS
A PRODUTOS
DOMÉSTICOS
EM GRÉS
CERÂMICO**

Tese para obtenção do grau de doutor,
em Engenharia de Produção, no
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina

FLORIANÓPOLIS

DULCE MARIA PAIVA FERNANDES



**DESIGN E
TECNOLOGIA
APLICADOS
A PRODUTOS
DOMÉSTICOS
EM GRÊS
CERÂMICO**


**Tese para obtenção do grau de doutor,
em Engenharia de Produção, no
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina**

**FLORIANÓPOLIS
1998**

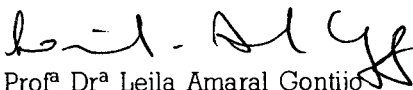
DULCE MARIA PAIVA FERNANDES


DESIGN E TECNOLOGIA APLICADOS A PRODUTOS DOMÉSTICOS EM
GRÊS CERÂMICO


Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de doutor
em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

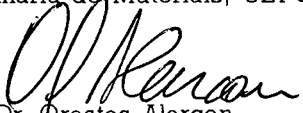
Coordenador do Programa:  Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Engenharia de Produção, UFSC


Banca formada pelos professores:

Orientador:  Prof.ª Dr.ª Leila Amaral Gontijo
Engenharia de Produção, UFSC

Co-Orientador  Prof.ª Dr.ª Ingeborg Kühn A.
Engenharia Mecânica, LABMAT - UFSC

Co-Orientador  Prof. Dr. Egon Antônio Torres Berg
Engenharia de Materiais, UEPG

Mediador  Prof. Dr. Orestes Alarcon
Engenharia Mecânica, LABMAT - UFSC

 Prof.ª Dr.ª Maria José Justino
Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes,
UFPR

Florianópolis, 27 de abril de 1998.



Sobre o telhado
flores de castanheiro
o povo as ignora.
Matsuo Bashô
(1644-1694)



À Paula, Hélio Henrique
e Rodrigo,
que me encorajaram sempre,
contribuindo para
a realização desta tese.

AGRADECIMENTOS

- Egon Berg • Ingeborg Kühn Arroyo •
- RWS • UFPR • UFSC • CENCAL • UEPG •
• CAPES • CNPq • MINEROPAR •
- Maria Helena Arroz • Maria Dulce Santos • Paulo Malhõa •
• Quin-zé • Ana Luisa • Joaquim • Hermínia • Almerinda •
- Marília Diaz • Maria Helena Saporolli • Maria José Justino •
• Roti Nielba Turim • Marina Soveral • Léa Archanjo •
• Carlos Antunes • José Manzo • Mario Pederneiras • Lorenzetti •
• Victor Reinke • Sergio Sade •
- Dirceu Klemba • Walderson Klitzke • Roseli Del Canale •
• Evair de Souza • Daura Stofella • Kátia Siedlecki • Edeliz Klaumann •
• Cecília Yojo • Roberto Coelho • Pedro Vieira • Celso Cardoso •
- A todos que, de forma indireta, contribuíram para a
realização deste trabalho • Colegas • Professores •
• Funcionários das Instituições • Indústrias •
- A meus pais: Hélio Fernandes • Maria Zélia Fernandes •
• Avós: Magdalena Fernandez • Edelvira Prado Paiva •
• Irmãs: Letícia Fernandes • Consuelo Carazzai •
• Amigos •

SUMÁRIO

RESUMO	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUÇÃO	2
CAPÍTULO 1. ESTADO DA ARTE	6
1.1. GRÊS CERÂMICO	6
1.1.1. O que é cerâmica, como se classifica, o que é grês	6
1.1.1.1. Matérias-primas	9
1.1.1.2. Matérias-primas regionais e sua utilização em massas cerâmicas	11
1.1.1.3. O que são folhelhos, como originam o grês	12
1.1.2. Procedimentos genéricos tradicionalmente utilizados na transformação da argila em produtos cerâmicos	13
1.1.2.1. Preparação das matérias-primas	13
1.1.2.2. Processos de conformação	19
1.1.2.3. Processos de acabamento	24
1.1.2.4. Processos de secagem e queima	24
1.1.2.5. Processos de decoração	28
1.2. CONTEXTO DA INDÚSTRIA CERÂMICA	32
1.2.1. Indústria cerâmica no Brasil e Região Metropolitana de Curitiba	32
1.2.2. Rumos mercadológicos da indústria cerâmica de louça de mesa e produtos decorativos e possíveis estratégias	36
1.3. DESIGN	41
1.3.1. Interface design, marketing e engenharia	43
1.3.2. Design, forma e função, arte e tecnologia, subjetividade e objetividade	45
1.3.3. Design em cerâmica	50
CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL	56
2.1. SELEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS	56
2.2. COLETA DE AMOSTRAS	60
2.3. ENSAIOS PRELIMINARES	65
2.3.1. Materiais	65
2.3.2. Métodos e Processos	65
2.3.3. Resultados	65

2.3.4. Discussão dos Resultados	68
2.3.5. Conclusão	69
2.4. IDENTIFICAÇÃO MINERALÓGICA DAS ARGILAS	69
2.4.1. Análise Química	69
2.4.1.1. Método da Análise Química	69
2.4.1.2. Resultados	70
2.4.1.3. Discussão dos Resultados	70
2.4.1.4. Conclusão	71
2.4.2. Difração de Raios X	71
2.4.2.1. Método da Difração de Raios X	71
2.4.2.2. Resultados	72
2.4.2.3. Discussão dos Resultados	82
2.4.2.4. Conclusão	82
2.4.3. Microscopia Eletrônica de Varredura	82
2.4.3.1. Método da Microscopia Eletrônica de Varredura	82
2.4.3.2. Resultados	83
2.4.3.3. Discussão dos Resultados	85
2.4.3.4. Conclusão	85
2.4.4. Análises Térmicas	86
2.4.4.1. Método da Análise Térmica Diferencial e Análise Dilatométrica	86
2.4.4.2. Resultados	86
2.4.4.3. Discussão dos Resultados	91
2.4.4.4. Conclusão	91
2.4.5. Distribuição Granulométrica	91
2.4.5.1. Método da Distribuição Granulométrica	92
2.4.5.2. Resultados	92
2.4.5.3. Discussão dos Resultados	94
2.4.5.4. Conclusão	94
2.4.6. Conclusão dos Resultados dos Ensaio de Identificação Mineralógica	94
2.5. ENSAIOS VISANDO O USO INDUSTRIAL DAS MATÉRIAS- PRIMAS SELECIONADAS, EM LOUÇA DE MESA	94
2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A RELAÇÃO ÁGUA-ARGILA	96
2.6.1. Granulometria e Superfície Específica	96
2.6.2. Troca ou Permuta de Íon	97
2.6.3. Propriedades das Dispersões ou Suspensões de Argila em Água	97
2.6.4. Reologia do Sistema Água-Argila	100
2.6.4.1. Viscosidade	100
2.6.4.2. Tixotropia	100
2.6.5. Plasticidade	100
2.6.6. Propriedades do Estado Plástico Relacionadas à Floculação e Defloculação	101
2.6.7. Secagem e Queima de Argilas	101

2.7. ENSAIOS DE FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA (BARBOTINA) COM AS ARGILAS SELECIONADAS PARA PROCESSOS DE ENCHIMENTO	102
2.7.1. Materiais	103
2.7.2. Preparação dos Materiais	103
2.7.3. Formulações Desenvolvidas	104
2.7.4. Procedimentos/Métodos	104
2.7.5. Resultados	106
2.7.6. Discussão dos Resultados	112
2.7.7. Conclusão	113
2.8. FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA (BARBOTINA), PARA PROCESSO DE ENCHIMENTO, COM ARGILA RUÍNAS ISOLADA E ADIÇÃO DE OUTRAS MATÉRIAS-PRIMAS	114
2.8.1. Matérias-primas selecionadas	114
2.8.2. Ensaio com argila ruínas e quartzo pianaro	114
2.8.3. Ensaio com a amostra ruínas e o caulim horii	115
2.8.4. Ensaio com a argila ruínas e o filito aruanã	116
2.8.5. Ensaio com a argila ruínas e chamote	117
2.8.6. Conclusões	118
2.9. FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA COM ARGILA RUÍNAS E ADIÇÃO DE VÁRIAS MATÉRIAS-PRIMAS	119
2.9.1. Matérias-primas	119
2.9.2. Métodos / Procedimentos	120
2.9.3. Resultados	120
2.9.4. Discussão dos resultados	121
2.9.5. Conclusões	121
2.10. CONCLUSÕES SOBRE OS EXPERIMENTOS DE FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA COM AS AMOSTRAS SELECIONADAS	122
2.11. APLICAÇÃO DE VIDRADO SOBRE MASSA LÍQUIDA (BARBOTINA), COM A ARGILA RUÍNAS	123
2.11.1. Material	123
2.11.2. Procedimentos / Métodos	123
2.11.3. Resultados	124
2.11.4. Discussão dos Resultados	124
2.11.5. Conclusão	124
2.12. ENSAIOS COM MASSA PLÁSTICA, COM AS AMOSTRAS SELECIONADAS	125
2.12.1. Materiais	125
2.12.2. Métodos / Procedimentos	125
2.12.3. Resultados	125
2.12.4. Conclusão	126
2.13. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DE CARACTERIZAÇÃO REALIZADOS COM FOLHELHOS	127

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO DE PRODUTOS EXPERIMENTAIS	131
3.1. RELAÇÃO FORMA-MATERIAL	131
3.1.1. Conceito	131
3.1.2. Materiais, Técnicas e Processos	132
3.1.3. Resultados	133
3.1.4. Discussão dos resultados	138
3.1.5. Conclusões	138
3.2. EXPERIMENTO - DESENVOLVIMENTO DE LINHA DE MESA	139
3.2.1. Conceituação	139
3.2.2. Projeto	145
3.2.3. Materiais e Processos	153
3.2.3.1. Faiança Calcítica	154
3.2.3.2. Porcelana	155
3.2.3.3. Grês Português	155
3.2.3.4. Grês com Folhelho F-R	156
3.3. RESULTADOS – EXECUÇÃO DA LINHA DESENVOLVIDA	156
3.3.1. Modelos e moldes	156
3.3.2. Execução das peças	160
3.3.2.1. Peças em Faiança Calcítica	160
3.3.2.2. Peças em Porcelana	164
3.3.2.3. Peças em Grês Português	166
3.3.2.4. Peças em Grês Utilizando Folhelho F-R	168
3.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	170
3.4.1. Faiança Calcítica	170
3.4.2. Porcelana	173
3.4.3. Grês Português	176
3.4.4. Grês com Folhelho F-R	182
3.5. PROCESSO DE DECORAÇÃO	185
3.5.1. Conceito – Rendas de Bilros	186
3.5.1.1. Breve Histórico	187
3.5.1.2. Desenhos e Motivos da Renda Portuguesa	188
3.5.1.3. Desenhos e Motivos das Rendas em Florianópolis	188
3.5.2. Materiais e Métodos	191
3.5.3. Resultados	191
3.5.4. Discussão dos resultados	196
3.6. CONCLUSÃO	196
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	200
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204

LISTA DE TABELAS

1.1.	Porte das empresas cerâmicas de louça de mesa em Campo Largo – PR – 1994.....	33
2.1.	Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 950° C.....	65
2.2.	Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1000° C.....	66
2.3.	Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1050° C.....	66
2.4.	Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1100° C.....	66
2.5.	Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1250° C.....	66
2.6.	Análise química.....	70
2.7.	Análise térmica diferencial, amostra F-M.....	87
2.8.	Análise dilatométrica, amostra F-M.....	88
2.9.	Análise térmica diferencial, amostra F-R.....	89
2.10.	Análise dilatométrica, amostra F-R.....	90
2.11.	Distribuição granulométrica da amostra F-M.....	92
2.12.	Distribuição granulométrica da amostra F-R.....	93
2.13.	AA (absorção de água) a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C em corpos de prova produzidos por enchimento.....	110
2.14.	MR (módulo de ruptura) a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C em corpos de prova produzidos por enchimento.	110
2.15.	RT (retração total) a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C em corpos de prova produzidos por enchimento.....	111
2.16.	Análise de barbotinas com massas com argila ruínas.....	111
2.17.	Análise de barbotinas com massa com argila mariental.....	112
2.18.	Comparação de contrações entre argilas mariental e ruínas em corpos de prova feitos com massas líquidas (barbotinas).....	112

2.19.	Composição de barbotina com amostra ruínas e quartzo pianaro.....	115
2.20.	Composição de barbotina com amostra ruínas e caulim horii.....	116
2.21.	Composição de barbotina com amostra ruínas e filito aruanã.....	117
2.22.	Composição de barbotina com amostra ruínas e chamote.....	118
2.23.	Comparação entre as diferentes formulações de massas massas com amostra ruínas e outras matérias-primas isoladas.....	119
2.24.	Formulação das três massas com amostra ruínas testadas em peças.....	120
2.25.	Comparação entre as três massas aplicadas por enchimento em tigelas de sopa.....	121
2.26.	Resultados obtidos com corpos de prova vidrados.....	124
2.27.	Resistência mecânica em cru e após queima em corpos de prova obtidos com massa plástica.....	126
2.28.	Resultados obtidos com peças produzidas com massa plástica.....	126
3.1.	Faiança calcítica.....	154
3.2.	Porcelana.....	155
3.3.	Grês português.....	155
3.4.	Grês F-R 2.....	155

LISTA DE FIGURAS

1.1.	Tipos de cerâmica e alguns usos	7
1.2.	Classificação dos produtos cerâmicos conforme sua porosidade	8
1.3.	Processo produtivo em cerâmica	14
1.4.	Moinho de bolas – cargas, proporções e velocidade de uso	15
1.5.	Esquema de uma filtro-prensagem	16
1.6.	Esquema de um atomizador	17
1.7.	Esquema de uma extrusora.	18
1.8.	Prensagem por via seca	19
1.9.	Processo de torno tipo jaule	20
1.10.	Processo de torno tipo roller	21
1.11.	Processo de prensagem de massa plástica	22
1.12.	Processo de enchimento ou vazamento	23
1.13.	Processo de injeção em máquinas automáticas	24
1.14.	Fornos Cerâmicos	26
1.15.	Fases de decoração no processo cerâmico	29
1.16.	Fontes de cor principal e derivados	30
1.17.	Materiais decorativos e superfícies de aplicação	31
2.1.	Bacia do Paraná	58
2.2.	Mapa de localização do Estado do Paraná	59
2.3.	Mapa de localização de Campo do Tenente e Lapa, no Estado do Paraná	59
2.4.	Mapa de localização de amostras	60
2.5.	Mapa de localização da amostra F-M, Lapa	61
2.6.	Amostra F-M (mariental)	62
2.7.	Mapa de localização de folhelho, amostra F-V, amostra F-R e amostra F-E, Campo do Tenente	63
2.8.	Amostra F-R (ruínas)	64
2.9.	Amostra F-E (encalhe)	64
2.10.	Gráfico MR e Temperatura	67

2.11.	Gráfico AA e Temperatura	67
2.12.	Gráfico RT e Temperatura	68
2.13.	Análise de Raios x – F-R natural	73
2.14.	Análise de Raios x – F-R glicolada	75
2.15.	Análise de Raios x – F-R calcinada	77
2.16.	Análise de Raios x – F-M natural	78
2.17.	Análise de Raios x – F-M glicolada	80
2.18.	Análise de Raios x – F-M calcinada	81
2.19.	Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura	83
2.20.	Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura	84
2.21.	Fotografia da amostra F-R realizada em microscópio eletrônico de varredura	84
2.22.	Fotografia da amostra F-R realizada em microscópio eletrônico de varredura	85
2.23.	Efeito da adição de defloculantes sobre a viscosidade e o potencial zeta.....	99
2.24.	Desenho de representação do corpo de prova em formato de calota esférica com volume de 250 ml	104
2.25.	Curva de defloculação com amostra F-R, viscosímetro gallemkamp	106
2.26.	Curva de defloculação com amostra F-R, viscosímetro cupford	107
2.27.	Curva de defloculação com amostra F-R, viscosímetro cupford	108
2.28.	Curva de defloculação com amostra F-M, viscosímetro gallemkamp	109
3.1.	Desenho dos corpos de prova para ensaios formais	133
3.2.	Resultados formais com corpos de prova utilizando barbotina F-R 1 em diversas temperaturas	134
3.3.	Resultados formais com corpos de prova utilizando barbotina F-R 2 em diversas temperaturas	135
3.4.	Resultados na produção de corpos de prova com barbotina F-R 1	136
3.5.	Resultados na produção de corpos de prova com barbotina F-R 2	137

3.6.	Peças desenvolvidas	146
3.7.	Peças desenvolvidas	147
3.8.	Peças desenvolvidas	148
3.9.	Peças desenvolvidas	149
3.10.	Desenhos de pratos em computador, 3D studio	152
3.11.	Desenhos de tigelas para sopa com apoios, em computador, 3D studio	152
3.12.	Desenhos de tigela e prato com abas quadradas e "sous-plat"	153
3.13.	Modelos de tigela de sopa e apoio para tigelas	159
3.14.	Moldes diversos	160
3.15.	Tigelas com abas triangulares sobre apoio	161
3.16.	Pratos e tigelas com abas triangulares	162
3.17.	Prato com aba quadrada e tigelas com abas diversas	162
3.18.	Pratos e tigelas com abas quadradas	163
3.19.	Xícaras diversas	163
3.20.	Tigelas e calotes	165
3.21.	Apoios de tigelas e calotes	165
3.22.	Peças em grês português vermelho, biscoitadas	167
3.23.	Peças em grês português, vidrados	167
3.24.	Tigela com aba quadrada e apoio, em grês F-R 2	169
3.25.	Pratos em grês F-R 2	169
3.26.	Xícara com suporte, com renda aplicada e vidrado branco mate	171
3.27.	Tabuleiro, prato circular com abas largas e tigelas com abas circulares estreitas com aplicação de renda e vidrado em branco mate	171
3.28.	Xícara com apoio	172
3.29.	Xícaras com asas esféricas	172
3.30.	Pratos sobre calotes	173
3.31.	Pratos e calotes em porcelana	174
3.32.	Travessa sobre calote, em porcelana	175
3.33.	Travessas e calote em porcelana	176
3.34.	Tigelas com diversas abas	177
3.35.	Pratos com diversas abas	177

3.36.	Tigelas em diversos tamanhos com vidrado branco	178
3.37.	Prato e tigela com abas triangulares	178
3.38.	Prato com tigelas de abas quadradas	179
3.39.	Tigela e apoio	179
3.40.	Travessas quadradas	180
3.41.	Deposição das partículas no interior da peça	182
3.42.	Tigelas quadradas antes e Pós vidrado	183
3.43.	Travessas quadradas	183
3.44.	Xícaras moldadas com massa plástica	184
3.45.	Rendeiras - Peniche - 1912	187
3.46.	Rendas Eruditas de Vila do Conde	189
3.47.	Renda Popular com tema de "aras votivas", de Peniche	189
3.48.	Rendas Populares com tema "estrelinha", de Florianópolis ..	190
3.49.	Rendas Populares com tema "sapa", de Florianópolis	190
3.50.	Redesenho de rendas feito em computador para produção de decalques	192
3.51.	Ensaio com renda aplicada sobre peças em grês português vermelho	192
3.52.	Ensaio com rendas aplicadas sobre peças em grês português vermelho	193
3.53.	Ensaio com rendas prensadas sobre peças em grês português vermelho	193
3.54.	Ensaio sobre peça em grês vermelho com renda aplicada e decalques	194
3.55.	Ensaio com decalques em pratos em grês vermelho e em prato vidrado em branco	195
3.56.	Prato e tigela em grês vermelho com decalque em branco sobre vidrado amarelo mel	196

RESUMO

Esta tese verifica o uso do design industrial associado à tecnologia na concepção de produtos cerâmicos de uso doméstico, competitivos por sua qualidade (técnica, funcional e formal) e por seu baixo custo, utilizando matérias-primas regionais abundantes. Dentre as matérias-primas disponíveis na Região Metropolitana de Curitiba, a argila folhelho foi escolhida para realização de diversos ensaios com o objetivo de utilizá-la na fabricação de objetos tridimensionais em grês cerâmico, avaliando processos de conformação com massa líquida e com massa plástica, além de possibilidades formais e decorativas, com uso de vidrados e da própria coloração marrom-avermelhada da argila. O trabalho apresenta o desenvolvimento de uma linha de louça de mesa, incluindo uma fase conceitual, uma fase projetual e uma fase de execução experimental das peças que compõem a referida linha, com a confecção de modelos e moldes e das próprias peças, comparando quatro tipos de matérias-primas diferentes: faiança, porcelana, "grês" português e o grês produzido com a matéria-prima regional pesquisada. A produção das peças permitiu comparar massas e verificar que as argilas vermelhas podem ser exploradas na produção de objetos, pois apresentam um diferencial estético muito interessante. A utilização das massas de argila folhelho (F-R) demonstram seu potencial para utilização em grês cerâmico para louça de mesa, em via plástica, mas indicam a reformulação de massas em via líquida, bem como o desenvolvimento de experimentos em outros produtos, como luminárias, painéis e aquecedores de ambiente. O projeto de louça de mesa desenvolvido mostrou como o design de produto pode contribuir para a inovação, ao agregar novos valores conceituais e práticos a produtos existentes, tornando-os atraentes ao consumidor. A decoração desenvolvida para a linha de louça de mesa mostrou a possibilidade de utilização de vidros coloridos, como o azul cobalto, o preto ou o branco, sobre o grês vermelho, e o potencial de utilização de temas regionais trabalhados graficamente para aplicação nas superfícies de louça de mesa cerâmica. Estes temas apontam um caminho na busca da diversidade e diferenciação de produtos para o mercado interno e para exportação.

ABSTRACT

This research investigates the use of industrial design associated to technology in the creation of ceramics products for domestic use, which are competitive due to their quality (technical, functional and formal) and their low cost, making use of a great variety of raw material. Among the raw material available in the Metropolitan Area of Curitiba, shale clay was chosen for the realisation of several experiments, with the objective of being used in the manufacture of dish wear and tridimensional objects made of ceramic red stoneware, evaluating the processes of conformation with clay suspension (to slip casting) and the soft plastic clay (to soften plastic forming), besides the formal and decorative strategies with the use of glazing and reddish-brown colour of clay. The work presents the stages of development of a dish wear line, including a conceptual phase, a phase of project design, and a phase of experimental manufacture of pieces of the line referred to, including the manufacture of models and moulds for casting the different pieces, comparing four kinds of raw material: semivitreous whiteware, porcelain, Portuguese red stoneware, and the red stoneware produced with the regional raw material chosen for the development of this research. The production of pieces enable us to compare different kinds of clay and reach the conclusion that the red clays can be employed successfully in the production of objects, since they present very interesting aesthetic differentiation. The employment of shale clays, F-R, revealed their potential for the use of red stoneware for dish wear, in soft plastic, but indicated the need for reformulation of clay suspension, as well as the possibility of development of experiments of other products, such as luminaries, pots and room heaters. The dish wear project develop has demonstrated how the design of the product can contribute to innovation, by adding new conceptual and practical values to existing products, turning them attractive for the consumer. The decoration developed for the dishware line has revealed the possibility of the use of colour glass, such as cobalt blue, black or white, on the red stoneware, as well as the potential of using regional motifs graphically displayed to be superimposed on the surface of the dish wear ceramics. The results point at new perspectives in search for diversity and differentiation of products for the internal market and for exportation.





INTRODUÇÃO

Esta tese parte da hipótese de que é possível a utilização do design industrial associado à tecnologia na concepção de produtos de uso doméstico, competitivos por sua qualidade (técnica, funcional e formal) e por seu baixo custo, com uso de matérias-primas regionais abundantes.

O presente trabalho tem como objetivo geral buscar novas possibilidades mercadológicas e produtivas para os parques industriais cerâmicos de louça de mesa e objetos, através da incorporação do design e da tecnologia, utilizando matérias-primas regionais.

Dentre seus objetivos específicos estão o desenvolvimento de pesquisa com materiais potenciais, buscando técnicas de preparação, manipulação e queima de baixo investimento e baixo custo; a utilização das técnicas de produção usuais em peças tridimensionais em cerâmica, como enchimento e torno, introduzindo, se necessário, novas tecnologias que melhorem ou facilitem o desenvolvimento de novos produtos; a exploração da linguagem formal popular/tradicional e a linguagem formal clássica/erudita, associadas a novos estilos e tendências, compatibilizando-as às restrições

tecnológicas e ao grês cerâmico; a sistematização de algumas formas passíveis de produção com baixo índice de perda ou rejeição; a compatibilização de vidrados e acabamentos ao grês cerâmico, sem perda da qualidade real e/ou aparente; o desenvolvimento experimental de produtos cerâmicos para uso doméstico que, compatibilizando os aspectos tecnológicos, funcionais, formais e mercadológicos, possam demonstrar algumas das amplas possibilidades de uso do grês cerâmico; e, finalmente, a exploração do conceito da diversidade de oferta de produtos através da produção flexível e padronizada, mas formalmente diferenciada.

A produção de artefatos em cerâmica data de aproximadamente 7000 anos, sendo uma das mais antigas no mundo, e, mesmo com o avanço tecnológico, que aponta o material cerâmico como um material do futuro, ainda hoje são utilizados basicamente formulações e métodos antigos, com pouca inovação projetual.

Nos últimos anos, alguns centros de pesquisa vêm desenvolvendo novas tecnologias com e para cerâmica, tanto no campo químico quanto no eletromecânico, visan-

do uma maior e melhor aplicação deste abundante material. No Brasil existem vários parques cerâmicos formados por indústrias de pequeno, médio e até grande porte, que atuam em diferentes áreas. De um lado, a indústria de revestimento, bastante competitiva internacionalmente; de outro, a indústria de louça de mesa e objetos decorativos, que produz artefatos com limitada qualidade tecnológica e estética, em faiança, grês e porcelana. Este segmento apresenta baixa competitividade internacional e enfrenta uma acirrada concorrência interna em face da abertura de mercado.

Um dos parques da indústria de louça de mesa situa-se na região de Campo Largo (PR), onde existem matérias-primas abundantes. Apesar deste setor industrial necessitar de ampliação de mercado, poucas pesquisas vêm sendo desenvolvidas para explorar novos usos e possibilidades para o material cerâmico, na tentativa de agregar novos, ou mais adequados, valores percebidos pelo consumidor, como por exemplo o design.

Visando cobrir esta lacuna, esta tese parte do estudo de matérias-primas regionais que apresentem boas propriedades, sejam abundantes e processadas com baixo custo, associando a elas estudos formais que atendam a nichos de mercado existentes, gerando produtos que possam compatibilizar as possibilidades produtivas com os anseios e desejos do consumidor.

A tese está dividida em três capítulos. O primeiro inclui a revisão da literatura e o estado da arte. O segundo apresenta a seleção e o estudo de algumas amostras, visando sua utilização na fabricação de louça de mesa em grês. O terceiro mostra o desenvolvimento de uma linha de louça de

mesa, que inclui conceito, projeto e execução experimental de moldes e peças, comparando quatro matérias-primas diferentes: faiança, porcelana, grês português e grês com a matéria-prima regional pesquisada.

O capítulo 1 apresenta o conceito de cerâmica e, especificamente, o de grês, contrapondo classificações de diversos autores e comentando seus diferentes usos. Analisa a composição das matérias-primas utilizadas na produção cerâmica em geral e, particularmente, das matérias-primas regionais, como os folhelhos. Também mostra, de forma genérica, os procedimentos utilizados na preparação, conformação, acabamento, decoração e queima da cerâmica tradicional, com ênfase no setor de louça de mesa e objetos.

Este primeiro capítulo traz ainda uma revisão do estado da arte da indústria cerâmica no Brasil e na Região Metropolitana de Curitiba, discutindo suas estratégias e rumos frente a modelos internacionais mais arrojados e atuais. O conceito de design e seu papel frente aos novos desafios sociais, econômicos, políticos e mercadológicos mostra a interface desta atividade com outras áreas afins e como o design trabalha como mediador entre arte e técnica, necessitando destes conhecimentos para poder participar efetivamente do sistema produtivo e econômico atual, especificamente na área cerâmica.

O segundo capítulo apresenta a seleção de matérias-primas, a coleta de amostras e a realização de ensaios preliminares, que auxiliam na previsão de uso das amostras de argila (folhelhos), em produtos como tijolos, vasos ou objetos decorativos, além de grês para louça de mesa e objetos.

Também inclui a determinação da composição mineralógica – através da análise química, difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, distribuição granulométrica e análise dilatométrica, que orientará no uso e nos processos produtivos, indicando possibilidades e restrições das amostras coletadas.

Finalmente, mostra como acontece a relação água-argila, através de ensaios para a formulação de massa líquida e de massa plástica com as amostras selecionadas, na produção de grês cerâmico aplicado à louça de mesa e objetos.

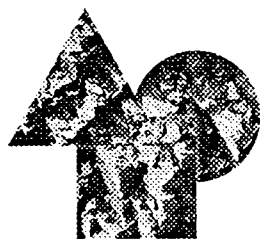
O capítulo 3 está dividido em três partes, sendo a primeira referente ao estudo, com corpos de prova, da relação forma-material, visando observar o comportamento do grês cerâmico em determinadas formas básicas e utilizando esta observação para o desenvolvimento de produtos.

A segunda parte descreve atividades experimentais realizadas com o objetivo de mostrar a possibilidade do uso do design no desenvolvimento de novos produtos em cerâmica. Avalia as relações entre material e forma e apresenta o desenvolvimento e execução de uma linha experimental de louça de mesa, utilizando metodologia e

técnicas já sistematizadas, aplicadas a matérias-primas cerâmicas diversas, comparando-as entre si e com aquela formulada com a matéria-prima proposta, analisada no capítulo 2. A última parte apresenta um breve estudo de decoração experimental aplicada à linha desenvolvida.

A metodologia, estrutura e procedimentos utilizados na tese seguiram os padrões recomendados tanto pela área tecnológica quanto pelos métodos e ensaios científicos, como ainda pela área de design, quanto a parâmetros conceituais e de desenvolvimento de produtos.

Este estudo foi realizado no Brasil (na UFSC, em Santa Catarina; na UFPR e na UEPG), no Paraná, bem como no estágio "sanduíche" em Portugal, no Centro de Formação Profissional para a Indústria Cerâmica – CENCAL. Contou ainda com uma pesquisa da "tendência internacional do design de produtos cerâmicos para uso doméstico", realizada no norte da Itália (Milão, Verona, Bolonha e Faenza), na Espanha (na região da Galícia) e em Paris, na França, além do contato com tecnologia específica para a produção de louça de mesa e metodologias de design aplicadas a esta área, no Brasil, na Itália e em Portugal.





ESTADO DA ARTE

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica, bem como o estado da arte relativo ao grês cerâmico e ao perfil do parque industrial de cerâmica e do design.

Com relação ao grês cerâmico, recupera o conceito de cerâmica, contrapondo classificações de diferentes autores, e seus diversos usos, bem como a composição das matérias-primas em geral e especificamente as regionais, como os folhelhos, para a produção de grês. Também apresenta de forma genérica os procedimentos utilizados na preparação, conformação, acabamento, decoração e queima da cerâmica tradicional, especificamente no setor de louça de mesa.

Apresenta ainda uma revisão do estado da arte da indústria cerâmica, mais especificamente no Brasil e na Região Metropolitana de Curitiba, discutindo suas estratégias e rumo frente a modelos internacionais mais arrojados e atuais.

Discute o conceito de design e seu papel frente aos novos desafios sociais, econômicos, políticos e mercadológicos. Mostra a interface dessa atividade com outras afins e como ela trabalha como mediadora entre arte e técnica, ne-

cessitando destes conhecimentos para poder participar de forma efetiva do sistema produtivo e econômico atual, especificamente na área cerâmica.

1.1. GRÊS CERÂMICO

1.1.1. O QUE É CERÂMICA, COMO SE CLASSIFICA, O QUE É GRÊS

Cerâmica é uma palavra que vem do grego "Keramikós" e designa todo o grupo de produtos resultantes da cocção de argilas, agregadas ou não a outros componentes.

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, "materiais cerâmicos" ou "cerâmicas" compreendem todos os materiais inorgânicos ou não-metálicos de emprego em engenharia (materiais de construção em engenharia) ou produtos químicos inorgânicos (excetuados os metais e suas ligas), que são utilizáveis geralmente após tratamento em temperaturas elevadas.

A argila é um material natural terroso de granulação fina, que geralmente adquire, quando umedecido com água, certa plas-

ticidade. As argilas são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, denominados argilominerais (ver: SOUZA SANTOS, 1989).

O campo que compreende os produtos cerâmicos é muito vasto. Alguns autores classificam as cerâmicas em tradicionais e técnicas, outros em tradicionais, técnicas e avançadas, incluindo o vidro como material cerâmico.

A figura 1.1 mostra a classificação que foi adotada nesta tese, onde a distinção está mais relacionada à temperatura de cocção (ver: NORTON, 1975). A figura 1.2 aponta outra classificação também interessante, usando como critério a porosidade que o material apresenta, que auxilia particularmente o entendimento das cerâmicas utilizadas para confecção de louça de mesa.

Tipos		Usos
Tradicional		tijolos/telhas
		tubos/manilhas
		vasos/objetos decorativos
Técnica	Louça/Faiança	Louça Natural (vermelha)
		Louça Fina (calcítica)
		Louça Semi-vítrea (feldspática)
	Grés	Grés Natural
		Grés Fino
		Grés Vítreo
		Grés Jaspe
		Grés Basáltico
	Porcelana	Porcelana de Hotel
		Porcelana Doméstica
		Porcelana de Ossos
		Porcelana Res. à Chama
		Porcelana Elétrica
Avançada		caixa de motores/talheres
		revestim. de naves espaciais
		próteses ósseas e dentárias
		componentes eletrônicos

FIGURA 1.1 - Tipos de cerâmica e alguns usos

A cerâmica tradicional corresponde às telhas e tijolos, bem como objetos decorativos e utilitários de emprego primitivo, confeccionados com argilas de coloração vermelha, castanha ou amarelada, com alto teor de ferro em sua composição mineralógica. Este tipo de cerâmica sofre cocção a temperaturas relativamente baixas, entre 950°C e 1050°C.

A cerâmica técnica corresponde às faianças, ao grés, às porcelanas utilizados na produção de louça de mesa, pisos e revestimentos, louça sanitária e até produtos mais técnicos, como componentes elétricos, louça para fogo direto, entre outros. As faianças podem ser classificadas como calcíticas, quando utilizam como fundente



auxiliar a calcita ou a dolomita, ou feldspáticas, quando utilizam como fundente o feldspato. Sua temperatura de cocção varia entre 1050°C à 1100°C para as calcíticas e

1100°C e 1250°C para as feldspáticas. É porosa, e sua resistência mecânica não é elevada. Sua coloração varia de creme até branco.

Produtos Cerâmicos			
Porosos	Cerâmica Vermelha		tijolos/telhas
			vasos/objetos decorativos
	Louça/Faiança	Louça Natural (vermelha)	louça de mesa
		Louça Fina (calcítica)	louça de mesa
		Louça Semi-vítrea (feldspática)	louça de mesa
	Grês	Grês Natural	louça de mesa
		Grês Fino	louça sanitária
		Grês Vítreo	
		Grês Jaspe	
		Grês Basáltico	
Não Porosos	Porcelana	Porcelana de Hotel	louça de mesa
		Porcelana Doméstica	louça de mesa
		Porcelana de Ossos	louça de mesa
		Porcelana Res. à Chama	painéis/travessas
		Porcelana Elétrica	componentes elétricos

FIGURA 1.2 - Classificação dos produtos cerâmicos conforme sua porosidade

O grês utilizado para louça, pisos, revestimentos e louça sanitária é normalmente composto por argilas, quartzo e feldspato. Existem muitas variações de composição. Sua característica básica é nunca ser branco, apresentar baixíssima porosidade, chegando a ser nula, e possuir uma elevada resistência mecânica. A temperatura de cocção varia conforme a composição e pode estar entre 1100°C a 1300°C.

A porcelana é muito utilizada para louça utilitária e decorativa, componentes elétricos, próteses dentárias, entre outros usos. É composta basicamente por argilas, caulins, quartzo e feldspato. Sua principal característica é ser muito branca até translúcida, com porosidade nula – e elevada resistên-

cia mecânica. A temperatura de cocção encontra-se na faixa de 1230°C a 1400°C.

Existem ainda os refratários, que são obtidos a partir de materiais naturais ou artificiais, capazes de suportar temperaturas elevadas sem se deformarem acentuadamente. São usados em revestimentos e móveis para fornos ou outros casos que demandem resistência termomecânica de uso em torno de 1450°C. A temperatura de cocção também é feita em temperaturas elevadas.

As cerâmicas ditas avançadas são aquelas usadas em produtos manufaturados de alta tecnologia, como componentes aeroespaciais, eletrônicos, biomédicos, automo-



tivos, entre outros. São obtidas a partir de matérias-primas puras, normalmente sintéticas, conformadas, sinterizadas (vitrificadas) e tratadas em condições rigidamente controladas, a fim de adquirirem propriedades superiores.

1.1.1.1. Matérias-primas

A cerâmica é um material decorrente de matérias-primas que foram moldadas e mantiveram suas formas após a queima. Para tal, necessitam ter, em sua composição, componentes que sejam: a) plásticos, para permitir a moldagem; b) ligantes, para que mantenham a forma antes e após a queima; c) estruturais, para que originem um produto com resistência adequada.

Algumas matérias-primas possuem os componentes plásticos, ligantes e estruturais necessários e isoladamente produzem cerâmicas de qualidades variáveis. Outras matérias-primas apresentam características isoladas e, para produzirem cerâmica, devem ser utilizadas combinadas, formando uma massa.

Normalmente as matérias-primas empregadas nas cerâmicas tradicionais (ou vermelha) são utilizadas isoladas, pois apresentam as três características necessárias à produção de uma cerâmica estrutural de baixa temperatura.

Já as cerâmicas técnicas e avançadas são resultantes da utilização de várias matérias-primas, podendo apresentar predominância em uma ou outra das características básicas em função do produto final desejado. Desta forma torna-se possível "projetar" uma massa cerâmica.

As matérias-primas apresentam-se a céu

aberto ou em formações subterrâneas. Como são decorrentes de formações naturais, possuem variações de composição ao longo das formações. Trabalhar com diversidade de matérias-primas, com características semelhantes, formulando uma massa, permite às empresas cerâmicas maior flexibilidade de custos e produção, além de maior garantia de qualidade.

Para a formulação de um produto cerâmico, podem-se dividir as matérias-primas que compõem a cerâmica em plásticas e não-plásticas (ligantes/fundentes e estruturais). Mas mesmo entre as matérias-primas plásticas existem variações importantes que afetam profundamente as características globais da massa e do produto final.

A) as matérias-primas plásticas são o principal componente dos produtos cerâmicos, por serem facilmente moldáveis ao receberem a adição de água. São as argilas, constituídas por argilominerais.

As características básicas das argilas que constituirão o material cerâmico são textura terrosa e baixa granulometria.

Plasticidade é a capacidade de o material, em contato com uma quantidade limitada de água, moldar-se e manter essa forma. A impossibilidade de adoção plena dessa definição é existirem argilas que não apresentam plasticidade, embora tenham os outros atributos da argila – por exemplo, as argilas tipo "flint" (uma argila dura e altamente refratária).

Assim, por plasticidade, entende-se de modo amplo a propriedade de o material úmido ser moldado/deformado sem se romper, através da aplicação de uma tensão, e permanecer moldado/deformado quando a tensão é retirada.



A plasticidade de uma argila é variável em função de sua composição. As argilas são constituídas essencialmente por argilominerais, podendo conter materiais que não são considerados argilominerais (calcita, dolomita, gibsita, quartzo, aluminita, pirita e outros), matéria orgânica e outras impurezas.

A granulometria também define um material argiloso. A granulometria de uma argila, denominada "fração argila", corresponde a um diâmetro de partículas inferior a 2 μm . Isso porque pesquisas mostraram que os argilominerais concentravam-se nesta faixa inferior a 2 μm , e que os não-argilominerais estão geralmente ausentes na fração de diâmetro inferior a 2 μm . Desta forma, uma separação nas frações acima e abaixo de 2 μm é a melhor maneira de separar qualitativa e, em certos casos, quantitativamente os argilominerais dos não-argilominerais (ver: SOUZA SANTOS, 1989).

As argilas, em geral, são transportadas no decorrer dos anos por ventos e água e encontram-se em depósitos secundários, o que as torna muito finas e com grande quantidade de matéria orgânica, além de lhes conferir coloração diversa.

Os caulins são argilas que se encontram em depósitos primários, porque ficam no lugar onde foram formados por desagregação de rochas feldspáticas. Apresentam-se extremamente brancos e puros, sem matéria orgânica, e seus grãos são mais grossos.

B) as matérias-primas não-plásticas ou duras presentes em um corpo cerâmico são basicamente a sílica (estrutural) e o feldspato (fundente), existindo uma série de outros, como calcita, dolomita, etc. A sílica tem no quartzo o componente principal, que pode existir sob a forma de cris-

tobalita ou tridimita. Por ação do calor, essas formas podem transformar-se umas nas outras. A 573°C o quartzo α transforma-se em quartzo β . Essa transformação é acompanhada por uma modificação de volume considerável.

Numa massa cerâmica, a função da sílica é funcionar como "esqueleto", evitando contrações excessivas na secagem e queima. Controla também sua dilatação, propiciando uma melhor adaptação massa-vidrado e evitando o "craquelet" (trincas no vidro, causadas por dilatação da massa). Na formulação de massas líquidas, barbotinas, tem também a importante função de facilitar a defloculação.

O feldspato é um silicoaluminato de potássio ou sódio, respectivamente chamado ortoclásio e albita. Os feldspatos sódicos fundem a temperaturas superiores a 1100°C, e os feldspatos potássicos, a temperaturas superiores a 1200°C. São utilizados como aglutinadores (ligantes) dos outros componentes de uma massa de alta temperatura. Contribuem para ativar a sinterização, por formação de fase líquida viscosa, o que aumenta a resistência mecânica das peças. Por isso são chamados fundentes, sendo utilizados em massas semiporosas e não-porosas, como na faiança, no grês e na porcelana.

A calcita é um carbonato de cálcio (CaCO_3), e a dolomita, um carbonato de cálcio e magnésio. Sua função é formar fases cristalinas. Ambos são fundentes, sendo que a calcita influencia a dilatação da massa e facilita o acordo massa-vidrado, minimizando o "craquelet".

Chamote são argilas queimadas à temperatura igual ou superior à da massa e



posteriormente moídas, podendo ser incorporadas na massa sem qualquer risco, já que se tornam inertes. Não reagem com outros componentes da massa nem modificam a sua dilatação, servindo como estrutura, além de reduzir a plasticidade e controlar o choque térmico.

1.1.1.2. Matérias-primas regionais regionais e sua utilização em massas cerâmicas

Nesta tese, interessam-nos de modo preponderante as argilas, principalmente as regionais, presentes na Região Metropolitana de Curitiba e proximidades, utilizadas na cerâmica tradicional.

O Brasil é um país extremamente rico em reservas mineralógicas, distribuídas com diversidade por todas as suas regiões.

Historicamente, as indústrias cerâmicas sempre se instalaram próximas a barreiras, ou seja, aos depósitos de argilas e matérias-primas, pois o custo de transporte sempre foi alto. Com a construção de estradas e a maior facilidade de transporte, principalmente nos anos 70, as distâncias deixaram de representar um impedimento à localização de uma indústria cerâmica. As empresas dos pequenos pólos que haviam surgido em função desta condição começaram a buscar matérias-primas de melhor qualidade, ou mesmo de menores custos, em outras localidades, abandonando, muitas vezes, as possibilidades regionais.

Isso é o que vem ocorrendo na Região Metropolitana de Curitiba, onde, apesar das potencialidades mineralógicas, as empresas chegam a trazer matérias-primas de outros estados, como da Paraíba e Piauí, no nordeste do país, distante aproximadamente 5000 km.

A região é abundante em minérios e argilas adequados à produção de cerâmicas de alta qualidade, mas pode ser considerada carente na extração dos principais insumos minerais de boa qualidade, como no caso da argila e do caulim. Essa carência não deve ser creditada à falta de jazidas ou ocorrência, já que o estado do Paraná possui ambiente geológico extremamente favorável à formação desses depósitos, mas à falta de pesquisas geológicas direcionadas para esses insumos, além da falta de caracterização tecnológica das matérias-primas exploradas. Poucos estudos e pesquisas são realizados, apesar dos esforços de empresas estatais, como a Mineropar, que realiza levantamentos e aponta potencialidades em todo o estado do Paraná.

Um dos fatores limitadores ao uso de materiais regionais está ligado ao fato de a coloração cerâmica almejada para a produção de produtos de uso doméstico ser a mais próxima ao branco, em função da facilidade de aplicação de vidrado em vários tons, bem como do preconceito vigente, que associa a cor à qualidade. Cor clara teria boa qualidade, e cor escura, pior qualidade. Descartam-se as argilas de coloração pós-queima, amarelada, vermelha e marrom, em favor das de tonalidade branca, creme e cinza claro.

Com relação ao processamento, as empresas buscam argilas ou materiais cuja facilidade de obtenção e beneficiamento implique baixo custo e uso de equipamentos simples. Na produção, predominam as técnicas de enchimento e torno, sobre molde de gesso, que requerem níveis de retração e deformação baixos, minimizando problemas de controle de tolerâncias dimensionais. Também buscam materiais que vitrifiquem com queimas em tempera-



turas baixas, já que o custo de energia despendida na queima afeta consideravelmente o preço final do produto. Usar argilas de outras regiões, dentro de padrões já testados, tem sido uma saída aparentemente lucrativa para as empresas da região.

Outro ponto que vem desfavorecendo a utilização de matérias-primas locais é que atualmente, no Brasil, a maior parte das pesquisas voltadas para o material cerâmico está dirigida à cerâmica avançada. A pesquisa voltada ao segmento de cerâmica dito tradicional (estrutural, branca e refratária) é quase inexistente (ver: BERG, 1995). Basta ver que 85% dos trabalhos apresentados no Congresso Brasileiro de Cerâmica, em 1993, estavam voltados para a cerâmica avançada. Esse quadro permanece aparentemente inalterado nos últimos anos.

Com base nessas premissas, foram levantadas algumas matérias-primas regionais, já detectadas por geólogos e pesquisadores em cerâmica e apresentadas em congressos científicos, que possuem potencial para possíveis utilizações, como em louça de mesa. Dentre as matérias-primas, foi detectada a argila do tipo "folhelho", da formação de Campo do Tenente, caracterizada por BERG & SOUZA SANTOS (1970) e por LOYOLA & SIEDLECKI (1993).

1.1.1.3. O que são folhelhos e como originam o grês

O termo "folhelho" é usado para argilas laminadas ou estratificadas naturalmente, que podem ter a mesma consistência ou textura das argilas usuais ou ser completamente adensadas e duras, chamando-se então "argilito" (ver: SOUZA SANTOS, 1989).

Em inglês, é conhecido como "*shale*". Podem ser encontradas gradações entre o folhelho argiloso e uma argila plástica. Os termos "*shale clay*" e "*clay shale*" são utilizados para designar os materiais intermediários entre "*clay*" e "*shale*", caso sejam mais argilosos ou silticos, respectivamente.

Outra argila que também apresenta-se em camadas ou bandas, conhecida como "*Varve Clay*", argila varvítica, é constituída por camadas geralmente alternadas de argila e silte. O varvito de Itú (SP) é bem conhecido, entretanto não é argiloso.

No Brasil também costuma-se utilizar a denominação de "*taguás*" aos folhelhos. Os taguás de Jundiá e Vale do Paraíba são folhelhos argilosos (ver: SOUZA SANTOS, 1989).

Folhelhos argilosos (ou genericamente "*shales*") são argilas sedimentares que, submetidas a pressão no passado geológico, transformaram-se em uma rocha compacta e dura, com tendência à clivagem lamelar, que origina o nome de folhelho. Os componentes essenciais dos folhelhos argilosos ou "*shales*", além da caulinita, são ilita ou argilominerais de camadas mistas ilita-montmorilonita e clorita-montmorilonita. Um folhelho argiloso, pela ação de temperatura e maior pressão, se transforma em ardósia (*slate*) e, se a temperatura for suficientemente elevada, em micaxisto.

Os folhelhos argilosos são de granulometria muito fina, porque são sedimentares. Geralmente apresentam estratificação em camadas horizontais e são de coloração variada. Os folhelhos argilosos são comuns especialmente em formações carboníferas. Se forem muito ricos em calcáreo ou quartzo, não encontram uso em geral.



Após uma moagem fina, os folhelhos readquirem plasticidade quando umedecidos em água. São usados na fabricação de telhas e ladrilhos de piso, pela resistência mecânica elevada e pelas cores vermelhas intensas que adquirem após a queima. Os folhelhos ou varvitos foram selecionados pela abundância em que aparecem nas proximidades da Região Metropolitana de Curitiba, bem como pelas características apontadas pelos autores que os estudaram preliminarmente.

1.1.2. PROCEDIMENTOS GENÉRICOS TRADICIONALMENTE UTILIZADOS NA TRANSFORMAÇÃO DAS ARGILAS EM PRODUTOS CERÂMICOS

A produção de artefatos em cerâmica data de aproximadamente 7000 anos, sendo uma das mais antigas no mundo. Apesar do avanço tecnológico que aponta o material cerâmico como um material do futuro, ainda hoje utilizam-se basicamente formulações e métodos desenvolvidos há cerca de 300 anos, com pouco controle projetual dos produtos.

Nos últimos anos, alguns centros de pesquisa vêm desenvolvendo novas tecnologias com e para cerâmica, tanto no campo químico quanto eletromecânico, visando uma maior e melhor aplicação deste abundante material. Entretanto, os processos tradicionais são ainda largamente utilizados nas tradicionais indústrias de louça de mesa (figura 1.3).

1.1.2.1. Preparação das matérias-primas

As matérias-primas são extraídas e normalmente armazenadas em depósitos cobertos. Caso o depósito seja a céu aberto, haverá o que se chama envelhecimento, ocorrendo alterações que deverão ser consideradas após o período de um ano, por exemplo.

Para formular uma boa massa, é necessário uma boa homogeneização dos componentes. A moagem das matérias-primas rijas, a fim de reduzir o tamanho do grão, bem como uma peneiração para eliminar impurezas facilitarão a homogeneização.

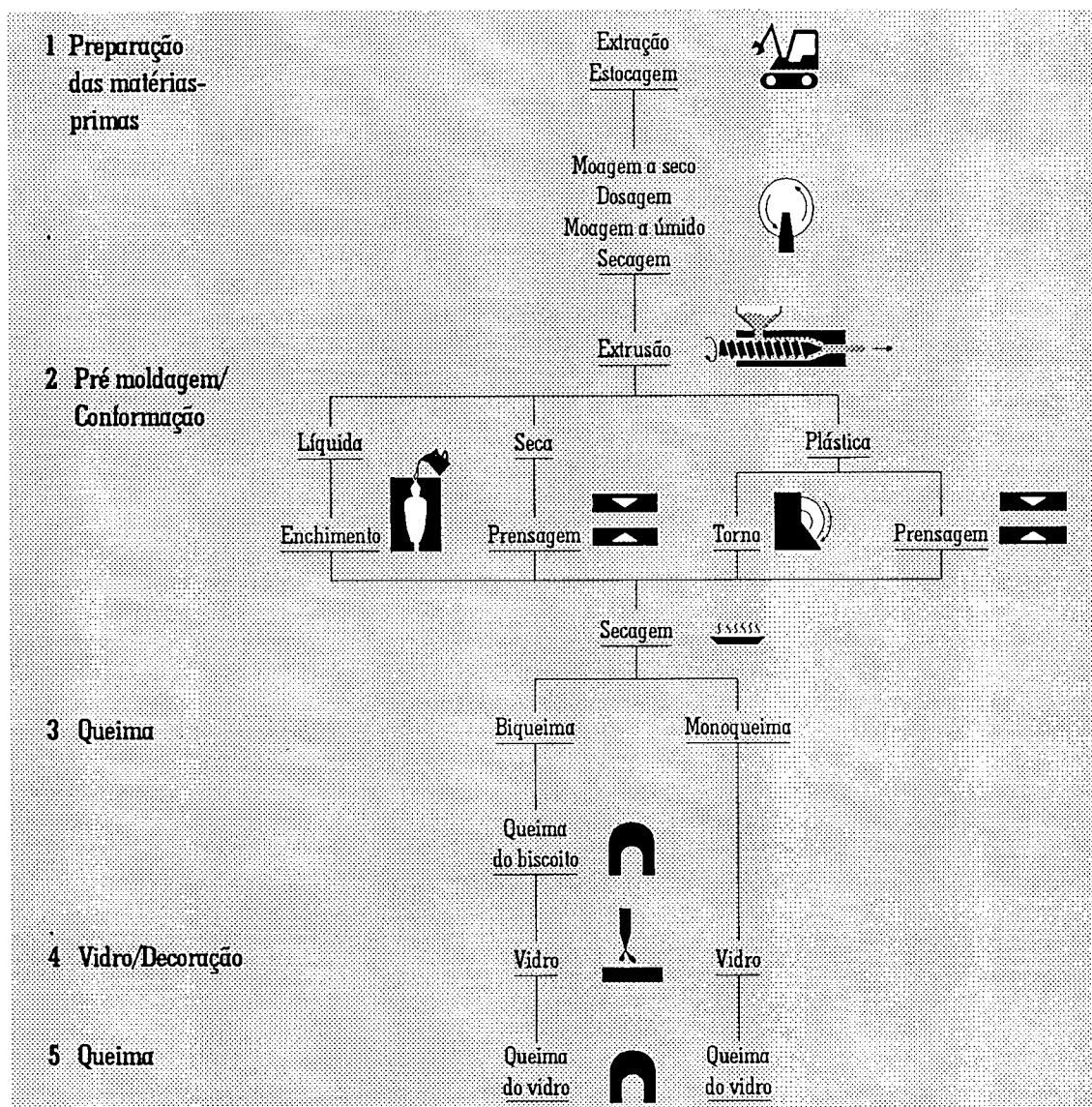


FIGURA 1.3 – Processo Produtivo em Cerâmica

Os minerais das argilas constituintes de uma massa são formados por partículas de tamanhos muito pequenos ($2\ \mu\text{m}$) e por isso não necessitam de moagem. Entretanto, eles podem ser obtidos em grandes torrões duros e necessitam de redução de tamanho, o que poderá ser feito através do uso de moinhos de mandíbulas, moinhos de martelo e mós de pedra. Posteriormente, podem ser desagregados em um turbodiluidor, ao qual se adiciona argila e água.

Algumas fábricas adicionam à mistura um defloculante para facilitar a diluição.

As matérias-primas rijas, como o quartzo, feldspato, calcita, dolomita e chamote, entre outras, necessitam de moagem elaborada, que pode ser feita a seco ou a úmido. Normalmente são empregados moinhos de bolas, que são cilindros rotativos forrados em material cerâmico ou mesmo cilindros cerâmicos. Esses cilindros recebem, jun-

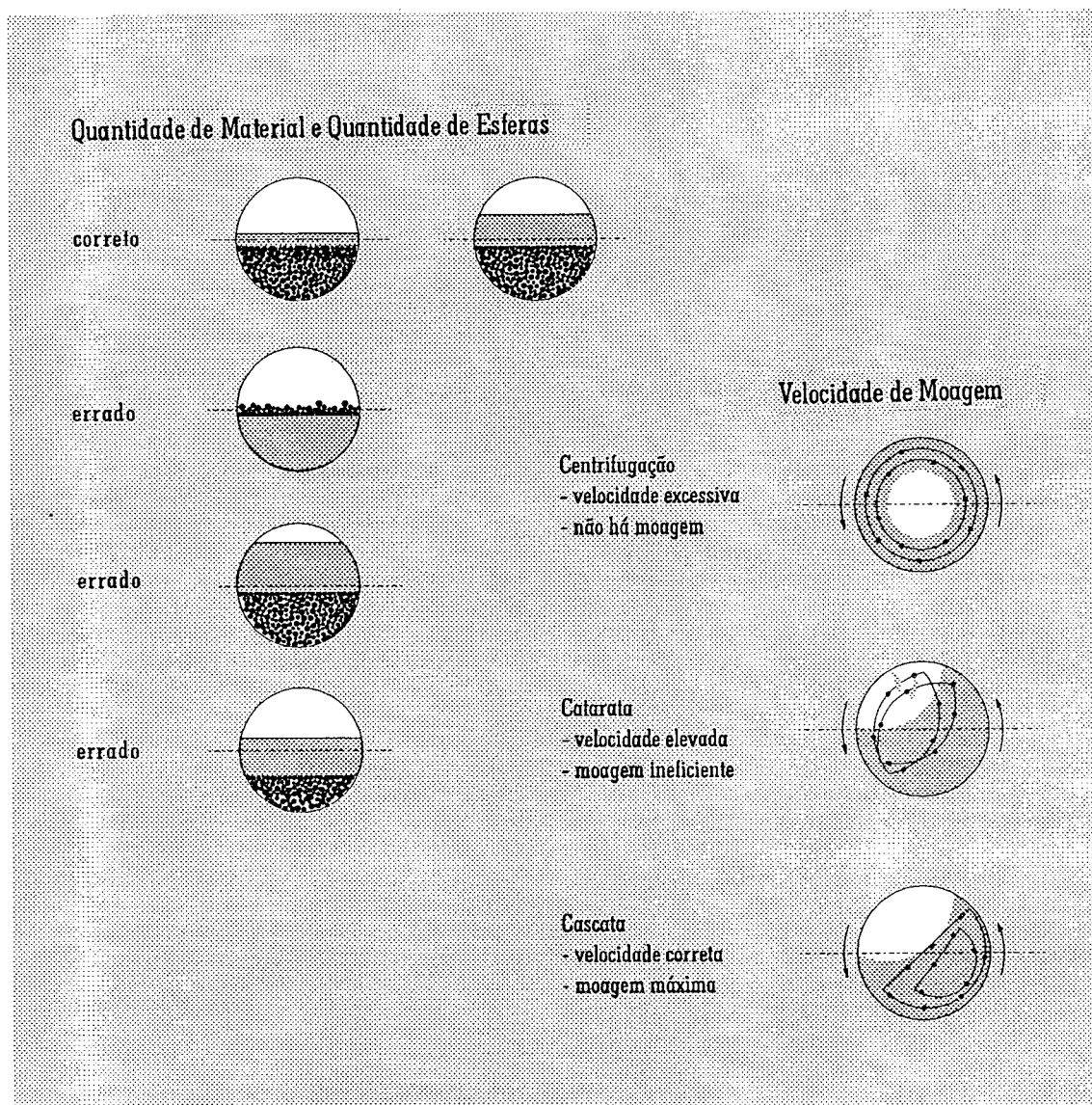


FIGURA 1.4 – Moinho de Bolas – cargas, proporções e velocidades de uso

to com o material a ser moído, uma carga de "bolas" (normalmente cerâmicas) e água (caso a moagem seja a úmida). A quantidade de bolas e material a moer deve ser cuidadosamente dimensionada para que a moagem seja eficiente, ou seja, para que seja moída uma maior quantidade de material em um menor tempo. A velocidade de rotação do moinho também influi na eficiência da moagem (figura 1.4).

A peneiração é realizada após a diluição e a moagem e tem como objetivo reter partículas indesejáveis na massa, além de garantir um tamanho de partículas homogêneo. As telas das peneiras normalmente são apresentadas na unidade "mesh", representada por "#" que corresponde ao número de orifícios existentes em um segmento de reta correspondente a uma polegada (2,54 cm).



A preparação da massa é geralmente feita por via úmida, utilizando grandes quantidades de água, que devem ser removidas antes do processo de conformação. A desumidificação é feita em filtro-prensa, se o percentual de umidade desejado for em torno de 20%, ou em atomizadores, se o percentual de umidade desejado não puder ultrapassar os 5%, para prensagem a seco.

A filtro-prensagem (figura 1.5) consiste na injeção de barbotina (massa líquida) em

cavidades planas revestidas de telas filtrantes. A água sai pela parte inferior da prensa, enquanto as partículas de massa enchem as cavidades. Obtêm-se, assim, vários "discos" ou "bolachas" de massa, com uma umidade que depende da pressão e do tempo de filtro-prensagem. A filtro-prensagem pode ser dificultada caso as partículas de determinada matéria-prima sejam demasiadamente finas, vindo a necessitar de uma tela mais fechada, capaz de retê-las.

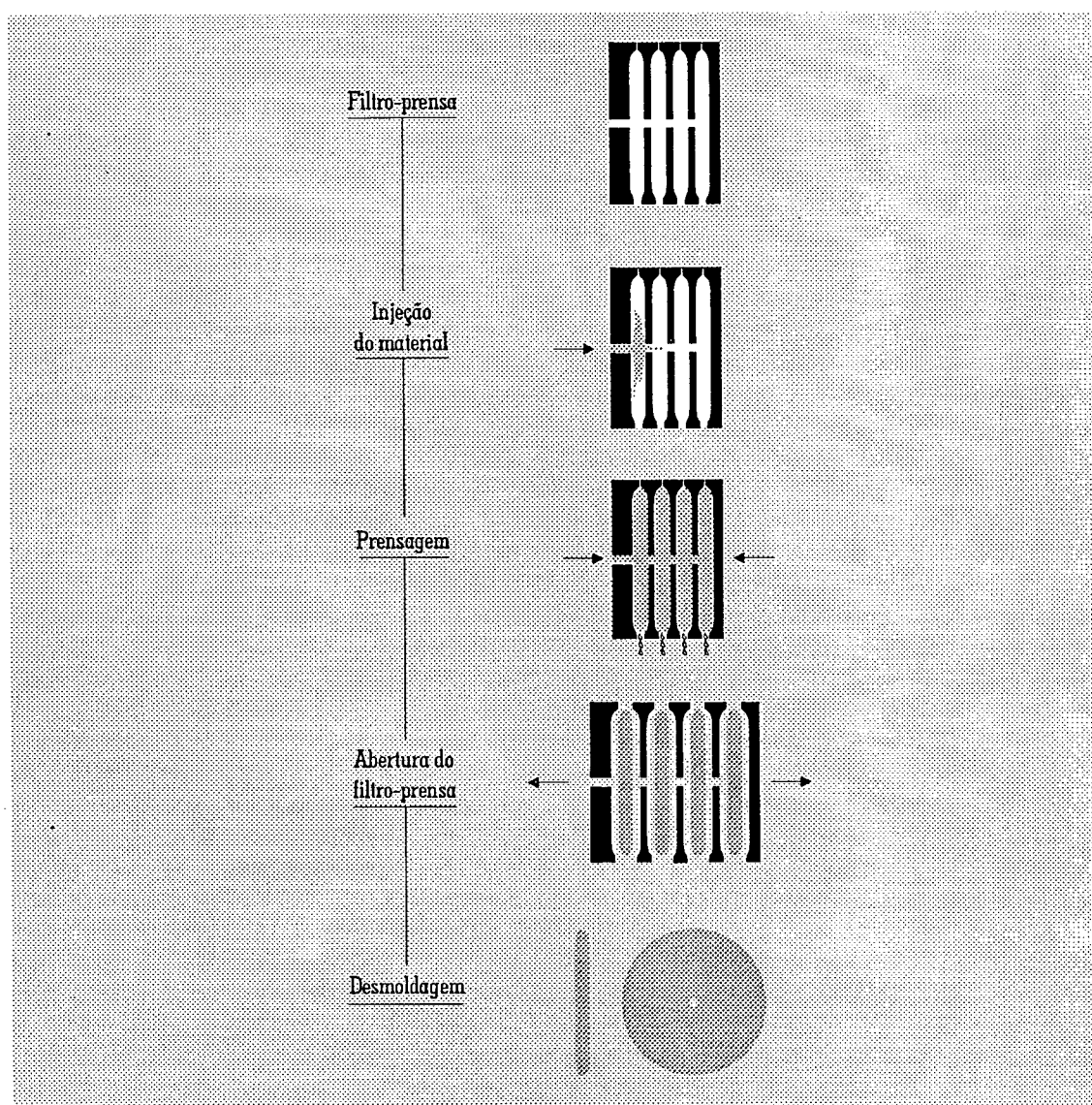


FIGURA 1.5 - Esquema de uma Filtro-Prensagem



Na atomização (figura 1.6), a massa é introduzida numa câmara cilíndrica de pequenos orifícios, sendo pulverizada no sentido ascendente. Na parte superior, é introduzida uma massa de ar quente que vai secando os

grãos da massa. A atomização é utilizada normalmente em fábricas de pavimento e revestimento, sendo ainda pouco utilizada nas indústrias de louça de mesa.

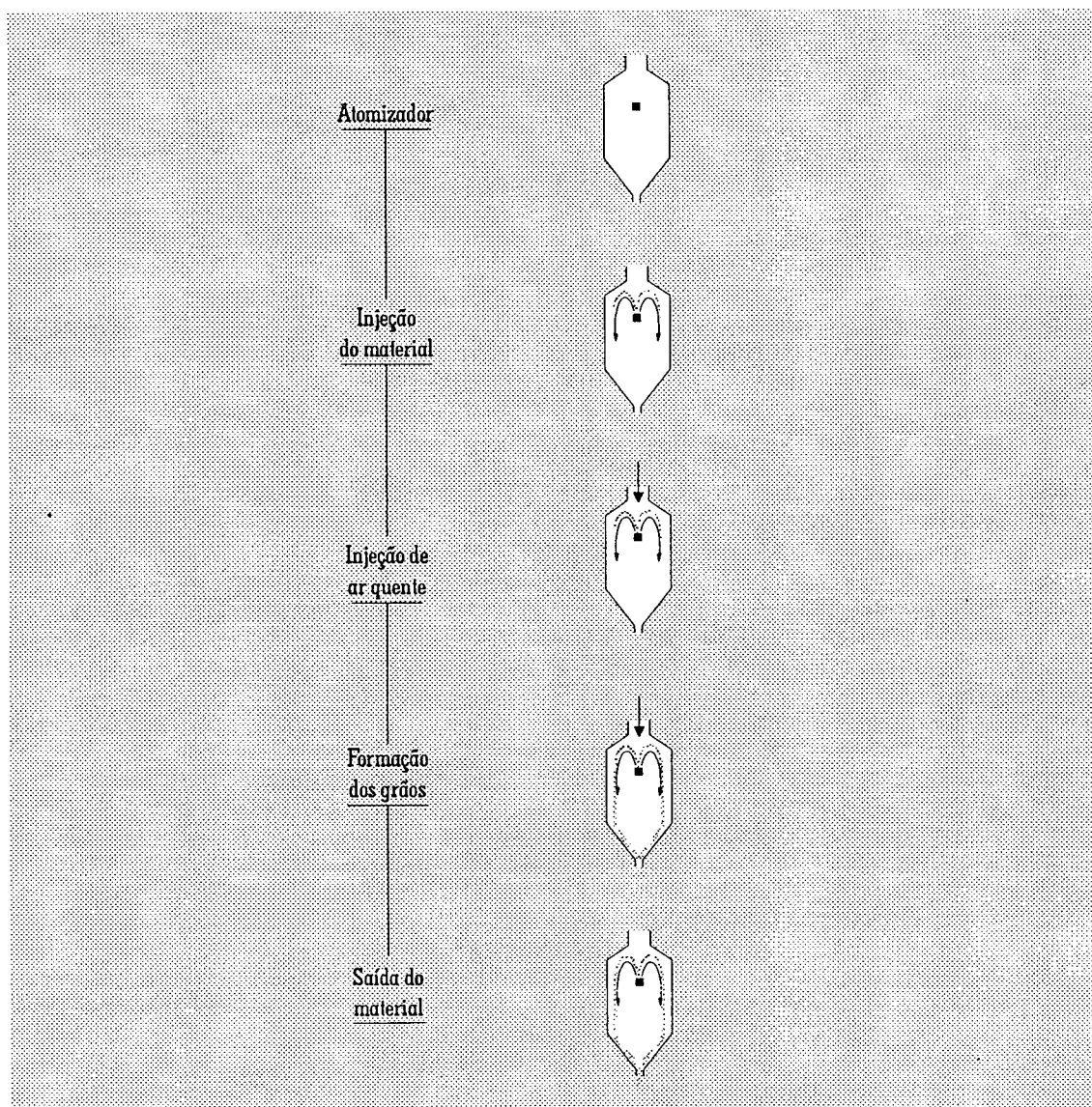


FIGURA 1.6 – Esquema de um Atomizador



Na preparação de massas por via plástica (figura 1.7) é necessária uma homogeneização completa, para que o percentual de umidade seja constante em qualquer ponto da massa e não ocorram bolhas de ar. Para isso são utilizadas extrusoras (fieiras de vácuo), também conhecidas como "ma-

rombas", em que a massa é misturada numa primeira câmara, passando por uma zona de vácuo e saindo por uma matriz, que determinará a forma dos "charutos", os quais poderão ter diâmetros diversos, caso sejam cilíndricos ou possuam outras formas em sua seção transversal.

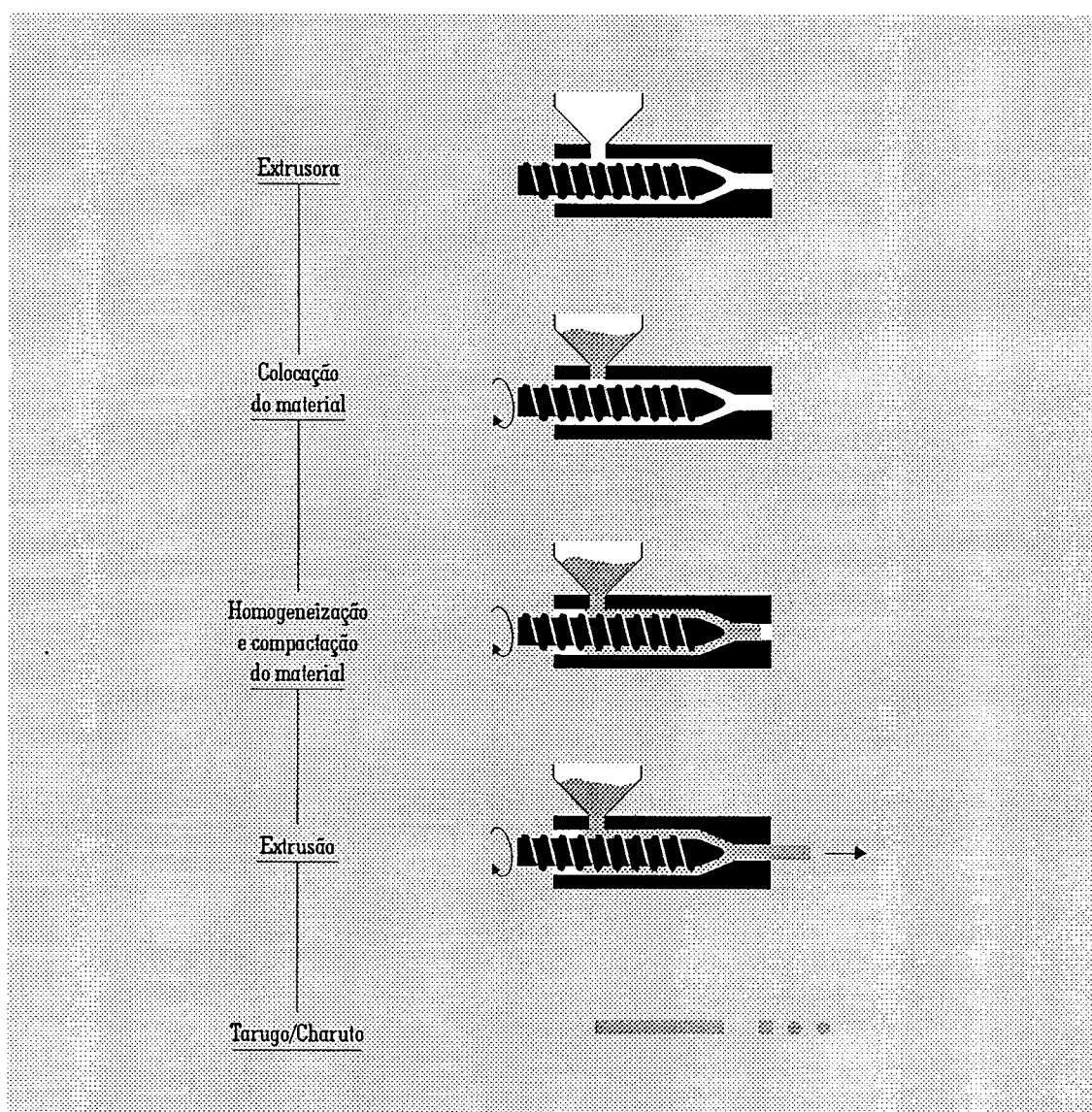


FIGURA 1.7 – Esquema de uma Extrusora

1.1.2.2. Processos de conformação

Os processos de conformação podem ser divididos conforme a consistência da massa. Normalmente a conformação por via seca é aquela cuja umidade está em torno de 5%. Na conformação em via plástica, a massa apresenta uma umidade em torno de 20%. E na conformação em via úmida, ou massa líquida, a umidade varia, conforme a massa, de 35% a 60%.

a) Conformação via seca

Neste processo (figura 1.8), a massa seca, sob a forma de pó atomizado, é introduzida em um molde inferior e submetida a pressão elevada, de aproximadamente 500 kgf/cm², por meio de um contramolde superior que vai permitir a aglomeração dos grãos.

As prensas mais comuns são as hidráulicas, em que a pressão é unidirecional, isto é, feita apenas em uma direção. Mais sofisticadas são as prensas isostáticas, em

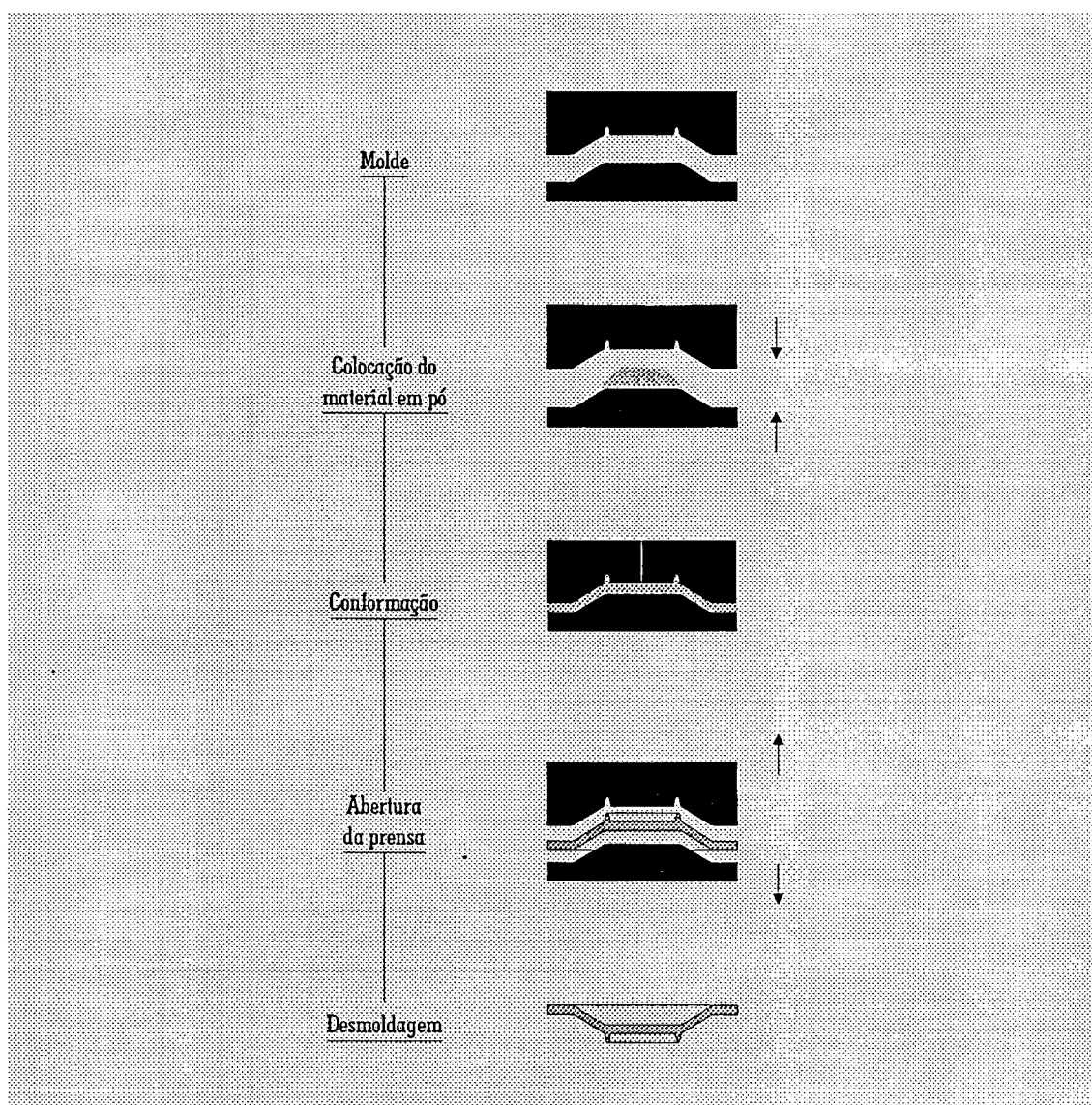


FIGURA 1.8 – Prensagem por via seca

que o pó é colocado em um molde, que por sua vez é introduzido num líquido onde é submetido à pressão desejada, exercida em todas as direções.

b) Conformação com massa plástica

A conformação via plástica pode ser feita à mão, por extrusão (tijolos e telhas) e por contramoldagem (tornos tradicionais e tornos especiais, conhecidos como jaules e rollers ou prensas unidirecionais).

O torno tradicional é conhecido como "roda de oleiro" e primitivamente era acionado pelas mãos ou pelos pés. A massa é centrada e torneada conforme a habilidade do operador, que pode ou não utilizar gabaritos como guia. Atualmente ainda é utilizada em unidades fabris de vasos e utensílios em produção que pode ser caracterizada como artesanal. Os tornos são normalmente mecanizados, mas alguns artistas ainda usam os movidos pelos pés ou pelas mãos.

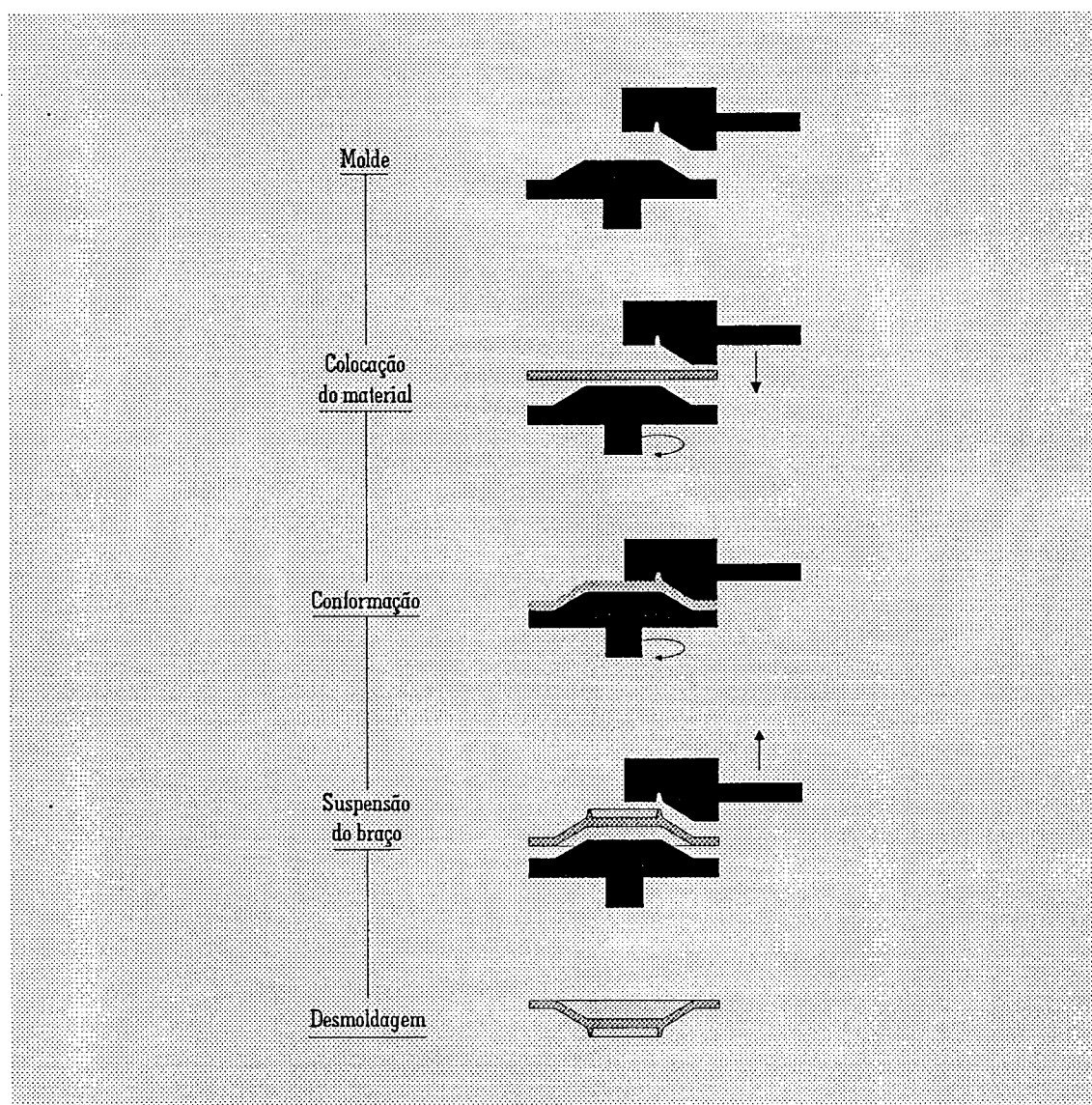


FIGURA 1.9 – Processo de torno tipo jaule

O torno tipo jaule (figura 1.9), caracteriza-se por um molde em rotação e um contramolde fixo. Pode ser manual, semi-automático ou automático. Nos manuais, a colocação da massa e a ação do contramolde são feitas pelo operador. Nos semi-automáticos, o braço com o contramolde é acionado mecanicamente, e nos automáticos tudo é mecanizado.

Os rollers são máquinas que contam com dois eixos rotativos, um disposto verticalmente, onde está o molde, e outro que faz com este eixo vertical gire em diversos ângulos, podendo oscilar, onde está o contramolde. Normalmente são semi-automáticos e automáticos. Muito utilizados na produção de pratos e xícaras em grandes escalas (figura 1.10).

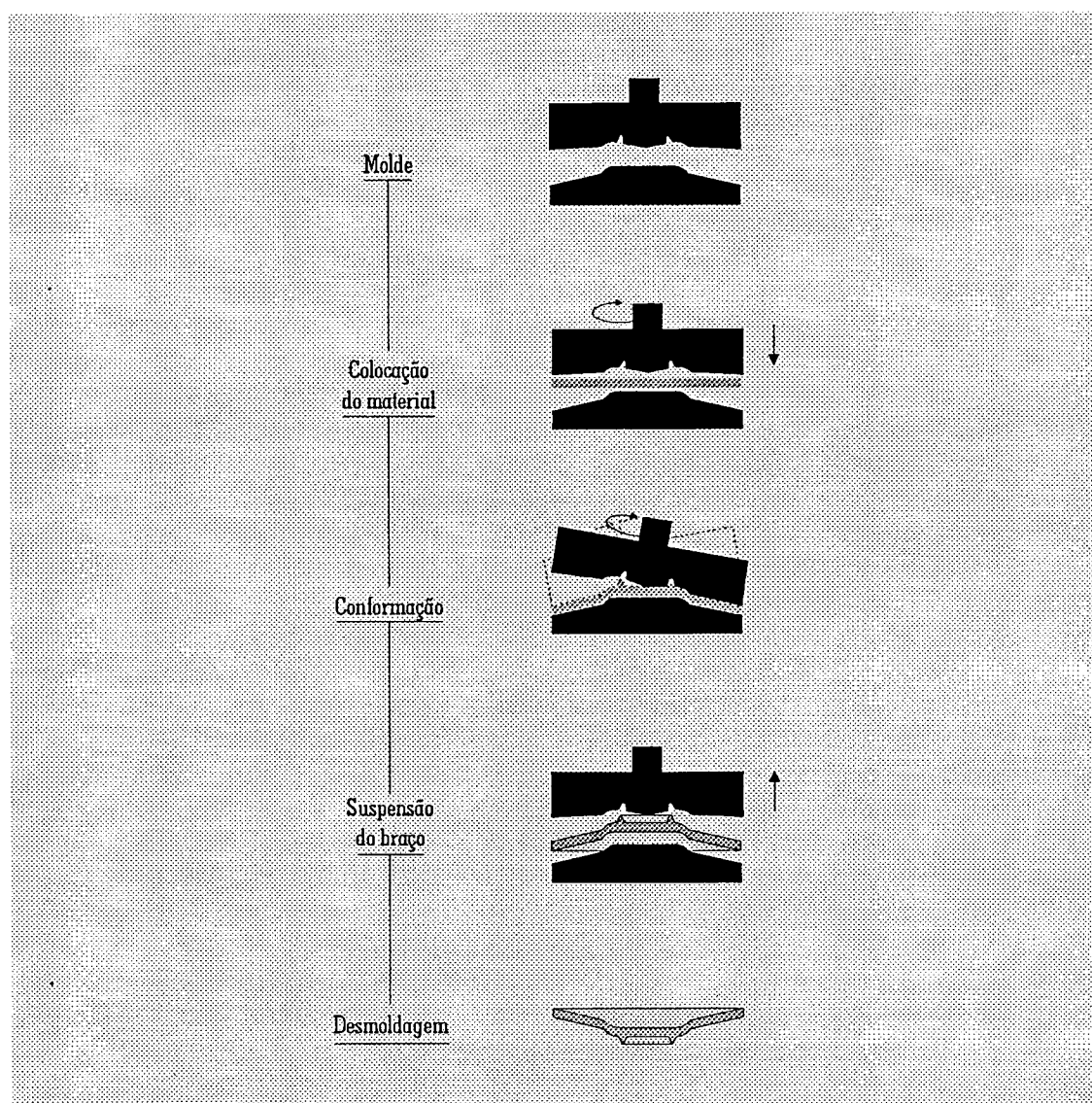


FIGURA 1.10 – Processo de torno tipo roller



A prensagem com massa plástica (figura 1.11) é feita em prensas hidráulicas, e os moldes são em gesso especial, mais resistente. O molde é fixado à parte inferior da prensa e recebe a massa pré-pesada e o contramolde, que baixa com a prensa. Esse molde, preparado com uma tela e

mangueira, permite a insuflação de ar, que seca o molde e o contramolde, bem como desprende a peça em poucos segundos. Esse processo é muito utilizado para pratos e tigelas. No Brasil vem sendo introduzido lentamente.

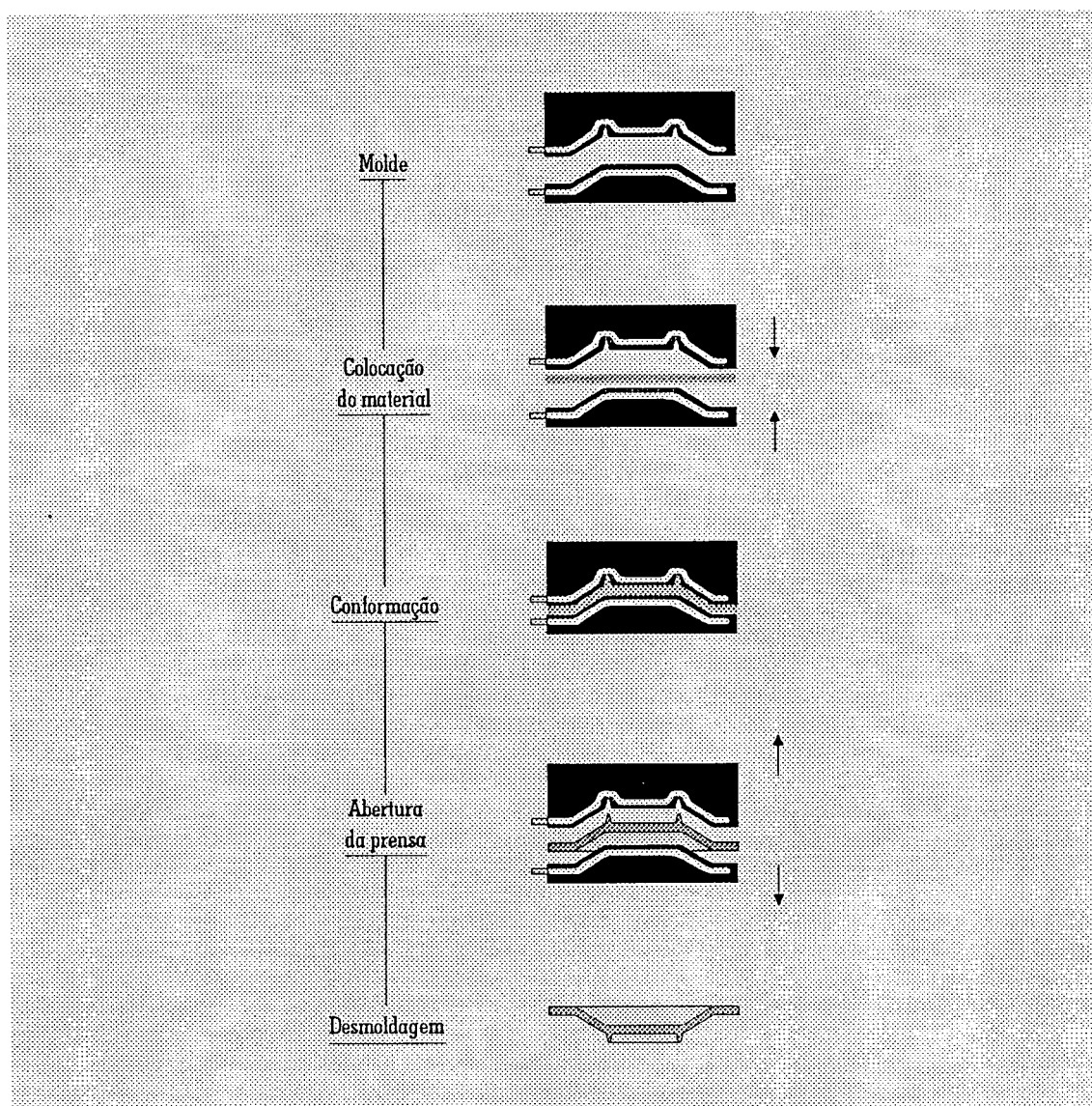


FIGURA 1.11 - Processo de prensagem de massa plástica



c) Conformação com massa líquida (barbotina)

As massas tornam-se líquidas com a adição de água e um defloculante – produto químico como o silicato de sódio ou carbonato de sódio –, que transforma a argila, aumentando a repulsão entre as partículas e facilitando conseqüentemente a sua desagregação.

Nesse processo (figura 1.12), a barbotina é colocada num molde de gesso com a forma interior igual à forma exterior do objeto

pretendido. Os poros capilares do molde em gesso absorvem a água da barbotina que com ele contatar. Criando uma certa espessura da massa na região do contato. Assim que se atinge a espessura pretendida, procede-se ao vazamento do excesso de barbotina e deixa-se a peça secar dentro do molde durante algum tempo, até que ela se contraia o suficiente para descolar e adquira consistência necessária para que possa ser manuseada.

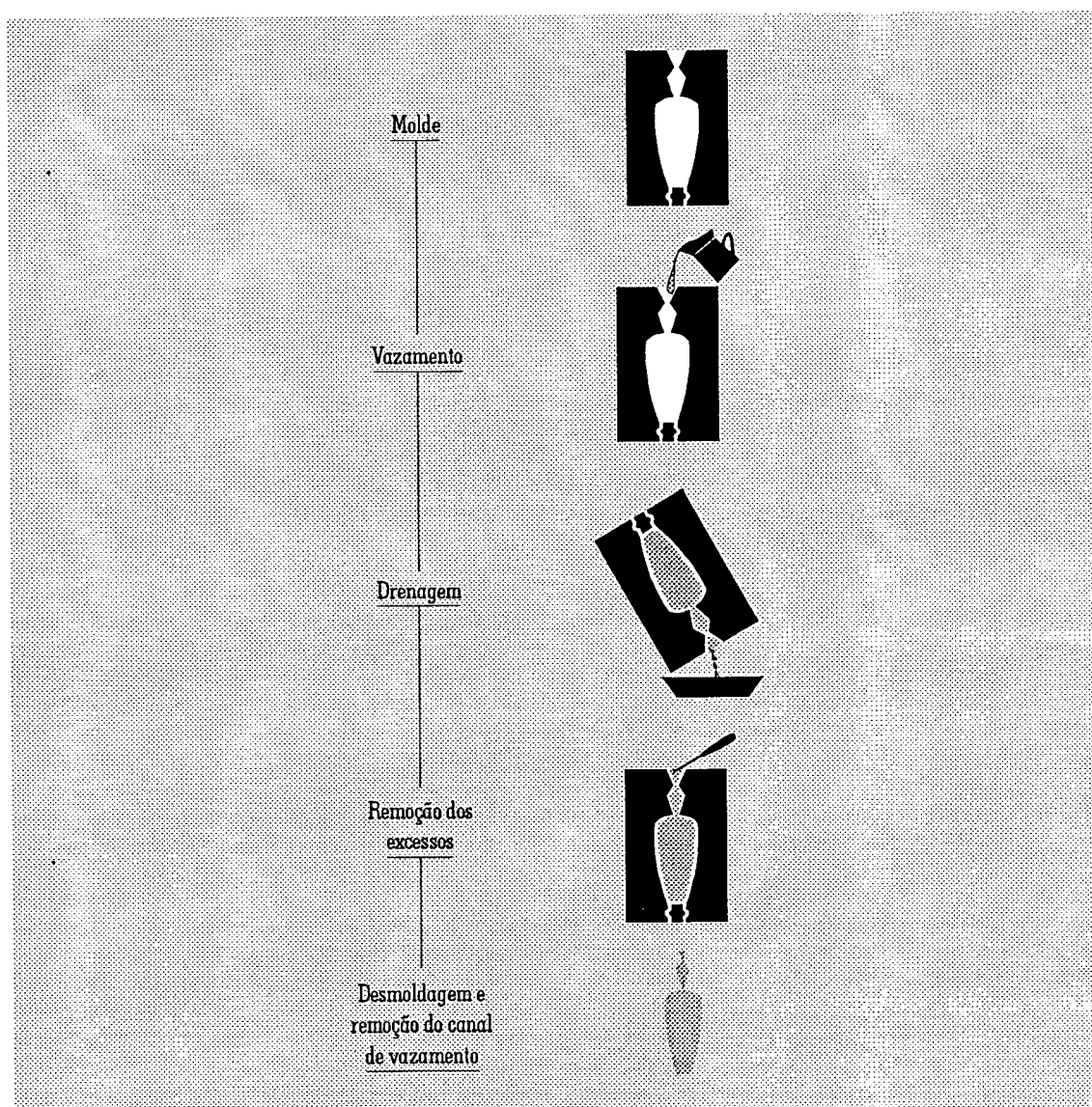


FIGURA 1.12 – Processo de enchimento ou vazamento



O enchimento, como muitas vezes é designado esse processo, pode ser executado manualmente ou utilizando máquinas de enchimento automático. Nesse caso, o vazamento do excesso da barbotina pode ser feito manualmente ou pela máquina, mas a desmoldagem é sempre manual.

Existem ainda equipamentos de enchimento à alta pressão, também conhecido como processo de injeção, em que a barbotina é injetada em moldes de resina microporosa. Como vantagem, melhora a produtividade e a qualidade do produto final (figura 1.13).

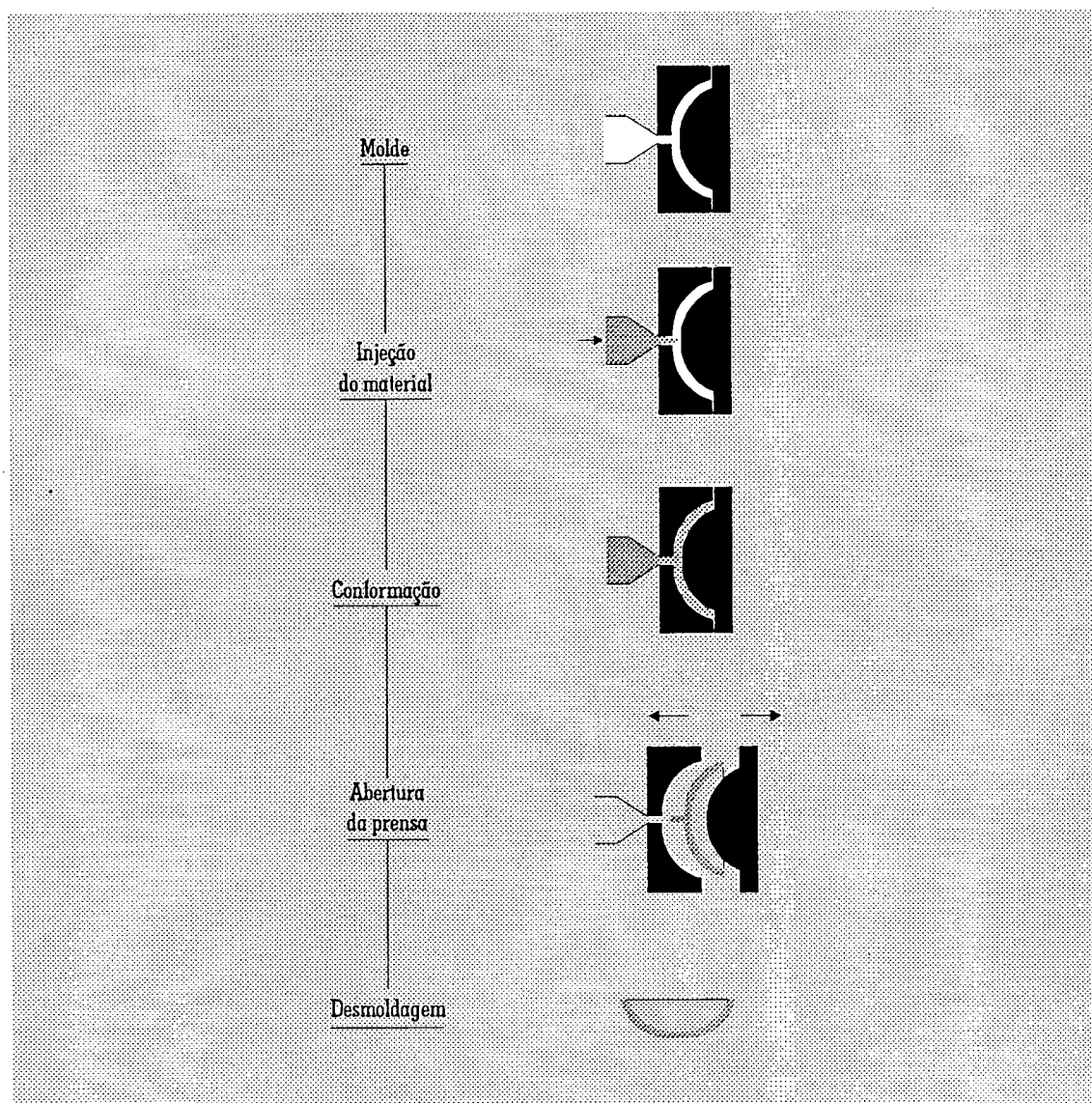


FIGURA 1.13 – Processo de injeção em máquinas automáticas



1.1.2.3. Processos de acabamento

Após a conformação, as peças executadas por qualquer dos processos, exceto algumas em via seca, têm que receber acabamento. As operações de acabamento consistem em cortar aparas, esponjar para eliminar costuras do molde e alisar bordos, e colar partes da peça (como asas de xícaras, por exemplo).

O acabamento das faianças é realizado quando as peças estão em "ponto de couro", ou seja, contêm alguma umidade, que permite manipulação sem que elas se partam com facilidade.

Já as peças de porcelana e grês são acabadas completamente secas, quando o manuseio, embora possa partir a peça, não introduz deformação, porque as peças com deformações, mesmo que imperceptíveis, ocasionadas na fase de acabamento, reapresentam estas deformações após a queima, inutilizando a peça. Costuma-se dizer que a porcelana tem "memória" das deformações sofridas antes ou durante o acabamento – mesmo aquelas que não sejam perceptíveis em cru –, que retornam à peça após a queima.

1.1.2.4. Processos de secagem e queima

A água presente nas etapas de conformação deve ser eliminada antes da queima, e esta eliminação deve ser lenta o bastante para impedir rachas e trincas, mas rápida o bastante para agilizar a produção. Os fatores que influenciam a secagem são a temperatura e a umidade do ar, a velocidade do ar de secagem, a superfície específica das peças e sua espessura.

A secagem pode ser feita naturalmente, ao ar livre, ou forçada, com a utilização de secadores. Os secadores contínuos são equipamentos nos quais as peças se movem uniformemente através de um túnel, onde a temperatura aumenta gradualmente. Nos secadores descontínuos, as peças estão em repouso enquanto secam, e existe uma corrente forçada de ar quente. Também existem secadores com uso de lâmpadas infravermelhas e ventiladores.

A queima é uma das fases mais importantes no processo de produção cerâmica. A primeira etapa de queima consiste na eliminação da água de capilaridade que não foi eliminada durante a secagem. Na segunda etapa, até os 550°C ocorrem transformações, acompanhadas pela eliminação de gases, vapores e água de constituição dos componentes da massa. Aos 573°C ocorre a mudança do quartzo α para quartzo β , com variação brusca do volume da massa. Na terceira fase, a fusão dos fundentes da massa permite sua vitrificação ou sinterização. Cada composição pressupõe o estudo e sistematização de uma "curva de queima ideal", obtida pela variação tempo/temperatura de queima, que permitirá a obtenção de melhores resultados em termos de resistência mecânica, porosidade e coloração da peça, evitando trincas internas e perdas que podem ser consideráveis.

A matéria orgânica (raízes, carvão, compostos químicos de carbono) queima-se entre os 300°C e os 400°C, mas alguns destes componentes podem não queimar em temperatura abaixo de 1000°C.

Quase toda a cerâmica técnica é queimada em "atmosfera oxidante", com presença constante de oxigênio, mas há casos que re-

querem atmosfera redutora, como a queima de um vidrado vermelho "sangue de boi" ou a queima da porcelana branca.

A teoria da "atmosfera redutora" é simples: quando o carbono (C) presente no combustível (gás, lenha, etc.) se combina com o oxigênio do ar, resulta em calor e dióxido de carbono ($C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{calor}$). Quando se consome todo o oxigênio do ar, o carbono vai reagir com o oxigênio existente nos corpos cerâmicos. Por isso se diz que estes são reduzidos. Essa redução tem o poder de mudar a cor de um vidrado.

Existem muitos tipos de fornos, intermitentes ou contínuos, e com fontes de aquecimento bastante variáveis (gás, eletricidade, lenha), que poderão influir no resultado final da peça, sua coloração e resistência. O tempo de queima pode variar de 30 minutos, nos fornos de última geração) com queima por microondas, até dias, nos fornos tradicionais, onde a ascensão e a queda de temperatura é lenta, para evitar quebras. Nos primeiros, o estudo e controle das massas é mais rigoroso, e os patamares de alteração química são rigidamente controlados (figura 1.14).


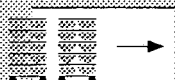
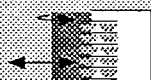
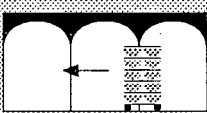

	Tipos	Setor de aplicação	Tecnologia possibilitada	Material processado ou produto
	Contínuos à rolos	Revestimento Louça de mesa Cerâmica adorno Sanitário Cerâmica vermelha Cerâmica fina	Monoqueima, biqueima normal ou rápida, terceira queima	Azulejos, pisos, pratos, peças especiais, sanitários, telhas, lajotas, peças de cerâmica fina
	Túnel contínuo	Todos os setores: refratários, revestimentos, louça de mesa, sanitários, cerâmicas elétrica, avançada, especial e estrutural, etc	Monoqueima em geral, sem ou com vidrados, biqueimas	Todos os produtos dos setores enumerados
	Intermitente com soleira móvel	Setores que usam o forno túnel Grandes isoladores elétricos Rolos refratários Abrasivos Corantes cerâmicos	Monoqueima, biqueima, requeima, calcinação, sinterização	Todos os produtos dos setores enumerados
	Intermitente redondo	Refratários Matérias-primas Porcelanas	Monoqueima, biqueima, requeima, calcinação, sinterização	Chamotes especiais, refratários de sílica, refratários de grande porte, porcelanas, argilas calcinadas
	Intermitente comum	Cerâmica estrutural Cerâmica vermelha Louça de mesa	Monoqueima, biqueima, terceira queima	Telhas, tijolos, lajotas, tijolos laminados, elem. vasados, talhas, filtro, blocos, vasos florais, louça

FIGURA 1.14 - Fornos cerâmicos

Tipos	Carga/ descarga	Ciclo	Temperatura	Capacidade	Combustível utilizado
Contínuos à rolos	Automática, raramente manual	Contínuo, desde 15 min a 8 h, de acordo com o produto	1350 °C (com rolos de silimanita)	Até 4 t/h	Gás, em geral Combustível líquido, leve, limpo Eletricidade
Túnel contínuo	Manual, podendo ser automatizada ou robotizada	Contínuo, 8 h até 50 h, de acordo com o produto	900° a 1800 °C	Até 4,5 t/h	Líquido pesado, gás Lenha, eletricidade (mais raros)
Intermitente com soleira móvel	Manual predominante, podendo ser automatizada	Periódico, variável com o produto, de 6 a 50 h	850° a 1750 °C	Capacidades volumétricas de 1 a dezenas de m³	Líquido pesado/leve, gás, eletricidade
Intermitente redondo	Manual, com auxílio de empilhadeiras	Periódico, variável com o produto, de 2 a 10 dias	830° a 1500 °C	Capacidades volumétricas de 80 a 250 m³	Lenha, líquido pesado/leve, gás
Intermitente comum	Manual, com auxílio mecânico	Periódico, variável com o produto, de 3 a 8 dias	850° a 1100 °C	Capacidades volumétricas de 80 a 200 m³	Lenha, líquido pesado, serragem, carvão pulverizado

FIGURA 1.14 - Fornos cerâmicos (continuação)

Ainda com relação à queima, pode-se dizer que a cerâmica pode basicamente ser obtida pelo processo de biqueima ou pelo processo de monoqueima.

O processo de biqueima ainda é o mais utilizado e consiste em duas queimas. Nas faianças calcíticas, a primeira queima atinge temperatura em torno de 900°C, conferindo resistência mecânica à peça e, sem vedar totalmente seus poros, permitindo sua manipulação com segurança nos processos de vidragem e

decoreação. Na segunda queima, em temperatura mais alta, ocorre a sinterização total ou parcial da peça e a fusão do vidro com eventual aplicação decorativa. Nas faianças feldspáticas, muitas vezes a primeira queima é realizada em temperatura superior, em torno de 1250°C, e a Segunda queima em temperatura inferior, em torno de 1150°C a 1200°C. O mesmo poderá ocorrer em outras massas, para grês e porcelana.



A monoqueima consiste em uma única queima, sendo que o vidro e eventuais decorações são aplicados na peça crua. A massa deve ser resistente à manipulação em cru, ou o processo de aplicação do vidro e da decoração deve ser totalmente automatizado, minimizando as quebras decorrentes da manipulação.

1.1.2.5. Processos de decoração

Os vidrados aplicados à cerâmica são obtidos a partir da mistura de óxidos, que se fundem, formando uma camada vítrea impermeável. O vidrado também tem uma finalidade decorativa, pois permite uma grande variedade de texturas e superfícies coloridas que não seriam possíveis só com o corpo cerâmico (figuras 1.15, 1.16, e 1.17).

A compatibilização do vidrado com o corpo cerâmico é fundamental para que não ocorram trincas ou "craquelet". Os coeficientes de dilatação da massa e do vidrado devem ser estudados visando minimizar e eliminar estes defeitos.

Os vidrados são elaborados por indústrias químicas especializadas e podem ser desenvolvidos internamente em empresas cerâmicas que possuam laboratórios e invistam em pesquisas. Um aspecto muito importante é a toxidade que apresentam. Sendo "plúmbeos", à base de chumbo, possuem grande brilho, mas desprendem chumbo e não devem ser utilizados em contato com alimentos. Peças

a serem utilizadas para conter alimentos devem usar vidrados "alcalinos", que, no entanto, apresentam limitações cromáticas e de acabamento, como, por exemplo, um vermelho mate.

Para a decoração, a cerâmica industrial permite ainda uma série de processos e utiliza técnicas diversas. Existem estudos aprofundados sobre o assunto, mas, a título de referência, cabe destacar, industrialmente, o uso de decalques e da impressão direta (serigrafia, tampografia, etc.), ambos transferindo desenhos para a peça.

Reações químicas entre vidrados são muito exploradas em técnicas de transferência de desenhos ou mesmo em técnicas de pintura (como linhas e vivos) aplicadas em bordas, ou em pintura por pistola com ou sem uso de outros recursos (como máscara, por exemplo).

As possibilidades decorativas em cerâmica são muito exploradas e diversificadas, pois permitem uma variação muito grande no produto final, com custos baixos. A indústria de louça de mesa tradicional as explora ao máximo, com o objetivo de rentabilizar o investimento nos modelos tridimensionais, cujo custo de produção é bem mais alto. Podem ser utilizadas novas queimas após a aplicação de cada decoração. Embora tenham reflexo no custo final do produto, podem ser obtidas peças com efeitos (utilização de ouro, por exemplo) com quatro a cinco queimas.

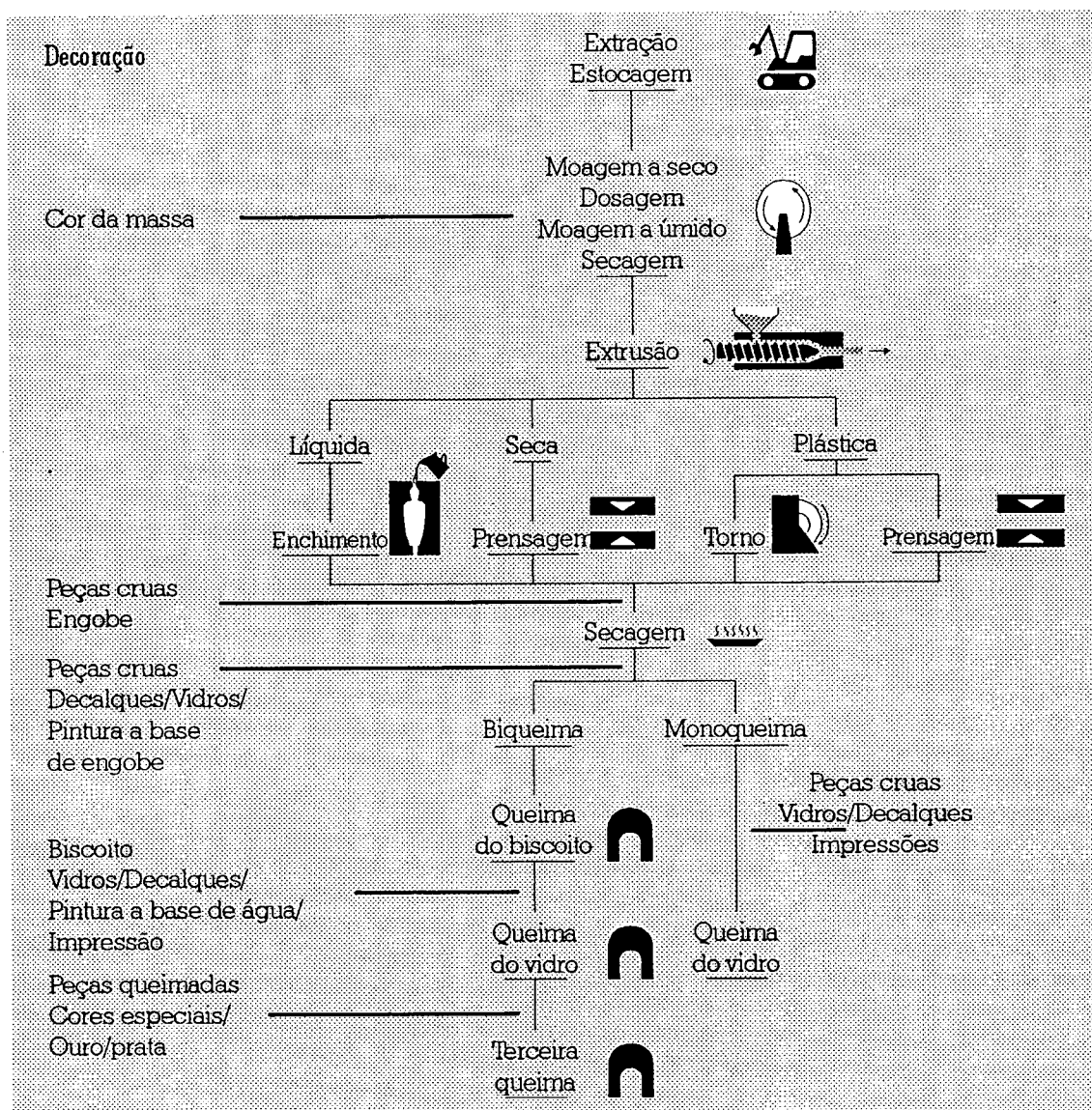


FIGURA 1.15 - Fases de decoracão no processo cerâmico

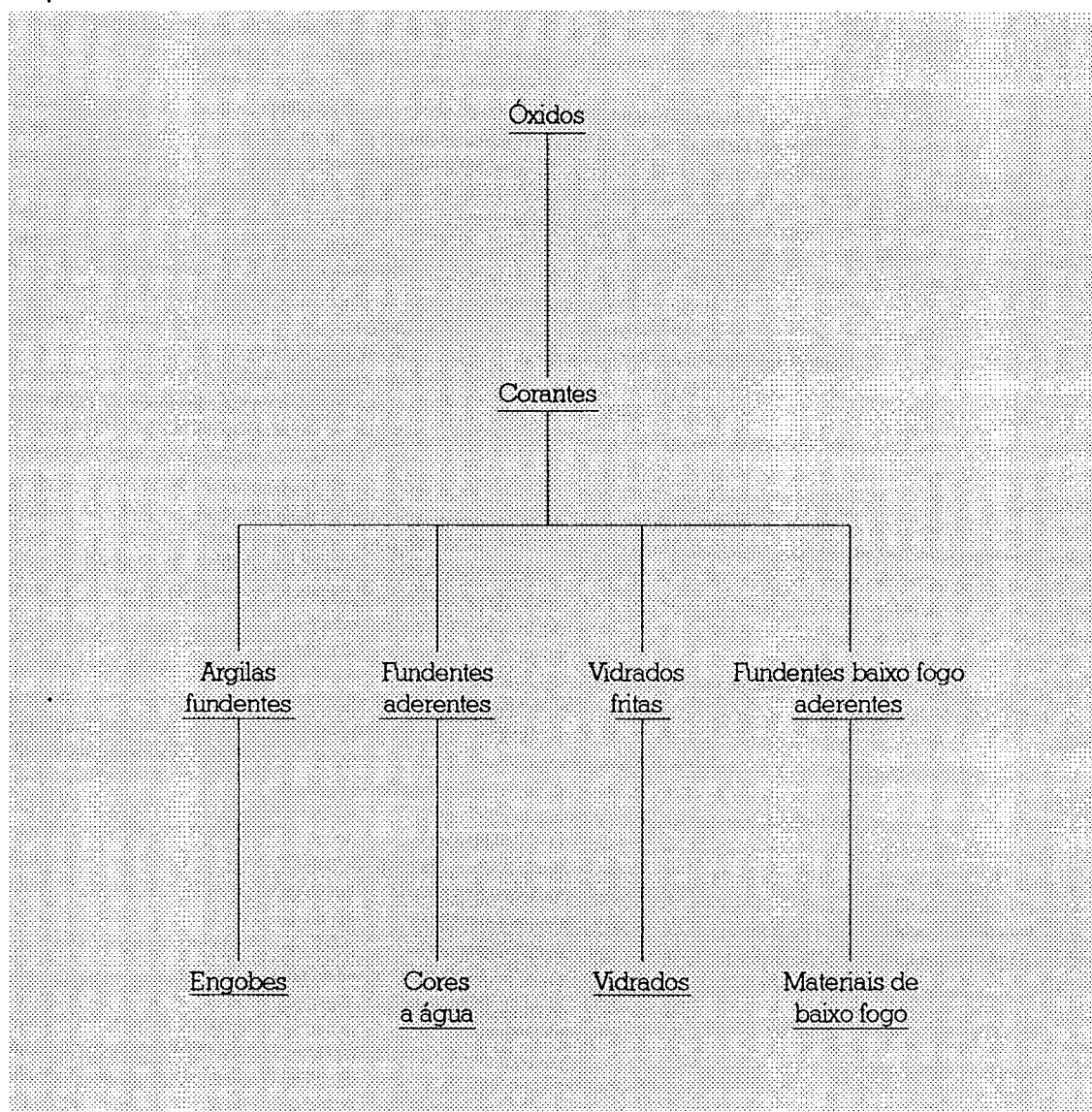


FIGURA 1.16 – Fontes de cor principal e derivados

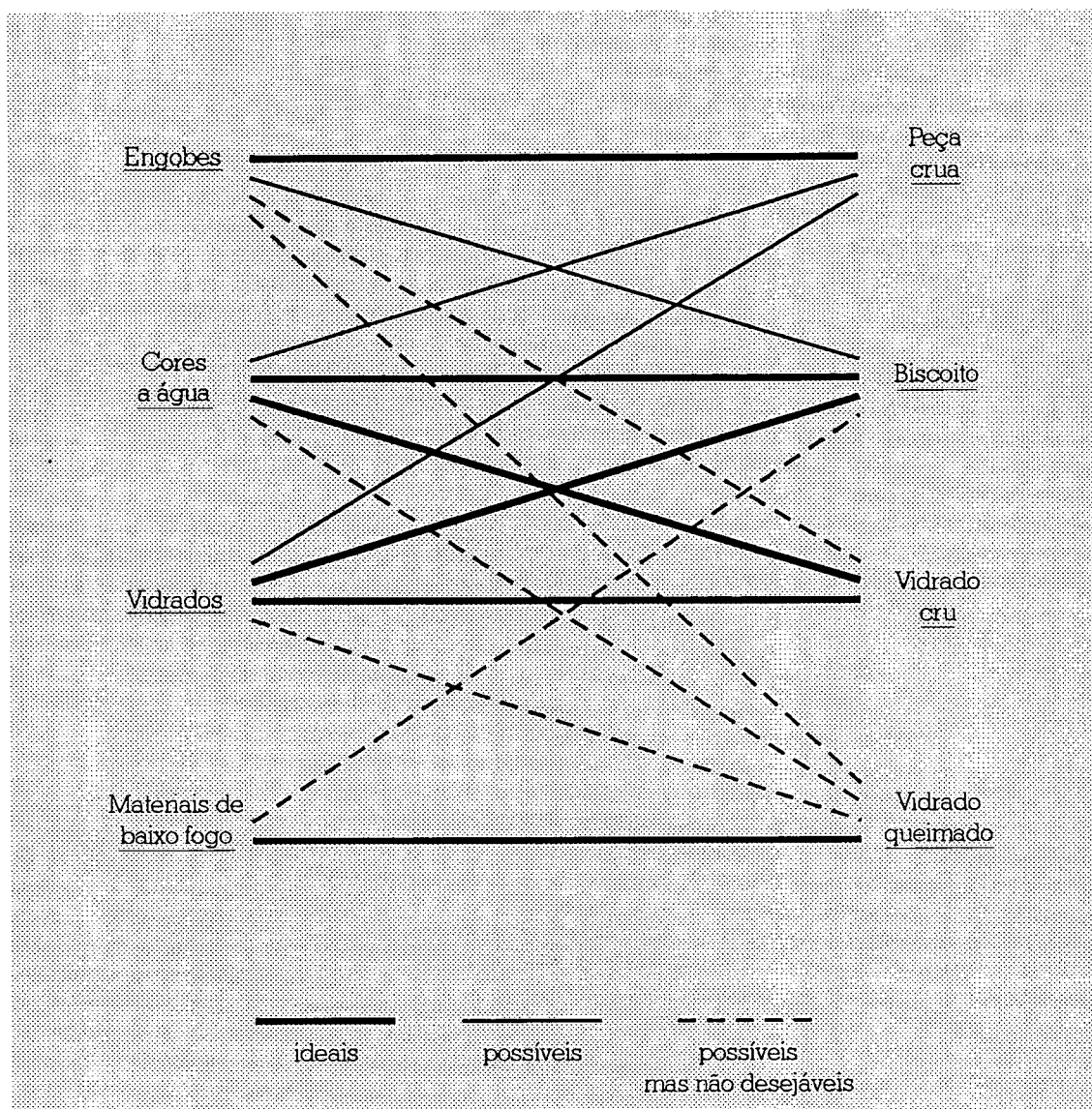


FIGURA 1.17 – Materiais decorativos e superfícies de aplicação



1.2. CONTEXTO DA INDÚSTRIA CERÂMICA

1.2.1. INDÚSTRIA CERÂMICA NO BRASIL E REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A indústria cerâmica está dividida em vários ramos de atividades. No Brasil existem vários parques cerâmicos formados por unidades fabris de pequeno, médio e até grande porte, que atuam em diferentes áreas. A indústria voltada à produção de revestimentos, pisos e azulejos, que apresenta grande desenvolvimento e competitividade internacional, vem crescendo anualmente, colocando o país, desde 1987, como o 4º produtor mundial, seguindo a China, em 1º, a Itália, em 2º, e disputando a 3ª colocação com a Espanha.

A maturidade dessa indústria aconteceu no final da década de 80 e início da década de 90, quando passou a apresentar um alto nível tecnológico em relação aos países líderes, pela incorporação de tecnologia de última geração, automação e padrões de qualidade em conformidade com normas internacionais. Atualmente esse segmento conta com o apoio do governo federal, através de iniciativas como o Programa Brasileiro de Design, que confere incentivos e libera recursos para as indústrias, visando o desenvolvimento de produtos com design próprio. Essa indústria já efetua a contratação de profissionais como consultores, divulgando e apoiando o design brasileiro através da promoção de concursos e até da criação de centros de design próprios.??

A indústria voltada à produção de louça de mesa e objetos decorativos produz

artefatos com relativa qualidade tecnológica e estética, em faiança, grês e porcelana, mas apresenta baixa competitividade internacional e enfrenta uma acirrada concorrência interna, face à abertura de mercado. Apresenta potencial instalado da ordem de 240 milhões de peças/ano, segundo a MINEROPAR – Minerais do Paraná S.A. (1989), que atende à demanda nacional e mantém disponibilidade para exportação. Os principais produtores estão em São Paulo, Paraná e norte de Santa Catarina. A produção no Paraná gira em torno de 23.5 milhões de peças/ano, entre porcelana e faiança, e apresenta ociosidade de 22 a 50%, sem muitas perspectivas. A importação de produtos de boa qualidade a preços mais competitivos, vindos basicamente da China, tem aumentado as dificuldades do setor. A necessidade de estabelecer estratégias que aumentem a competitividade dessas empresas é premente.

Um dos parques da indústria de louça de mesa situa-se na região de Campo Largo (PR), onde existe matéria-prima abundante e a necessidade de ampliação do mercado. Apesar disso, são desenvolvidas poucas pesquisas que explorem novos usos e possibilidades para o material cerâmico, agregando novos valores percebidos pelo consumidor, como, por exemplo, o design.

Seus concorrentes diretos são a indústria que oferece produtos de mesa em vidro e a indústria que oferece produtos similares em plástico. O custo dos produtos nestes materiais, decorrente de serem indústrias mais modernas, com níveis tecnológicos altos e produção em grandes quantidades, torna-os extremamente acessíveis, principalmente a camadas da população de poder aquisitivo mais baixo. Estas acabam abrindo mão dos produtos cerâmicos, cujos apelos funcionais, formais e tradicionais/

simbólicos são explorados, principalmente na aparência, nos produtos em plástico e vidro.

Com base em uma pesquisa realizada entre 1992 e 1994, com apoio do CNPq, pôde-se levantar alguns aspectos qualitativos que caracterizam o perfil dessa indústria na região de Campo Largo. O número de empresas pesquisadas foi reduzido, mas os dados são relativamente extensos e abrangentes. As indústrias não guardam muita relação entre si, a não ser quanto aos aspectos relativos a sua postura diante da inovação/design de produtos, que é empírica, não sistematizada, com exceção de uma das empresas de grande porte. A maior parte da produção paranaense de cerâmica destina-se ao consumo nacional, principalmente de outros estados.

Pelos dados dessa pesquisa, se considerarmos os critérios de divisão de porte por número de empregados, desconsiderando outros fatores importantes, como o nível tecnológico ou a capacidade financeira da empresa, pode-se dizer que: grande empresa é aquela que possui acima de 500 empregados, média empresa aquela que possui de 100 a 500 empregados, pequena empresa aquela que possui de 10 a 100 empregados e microempresa aquela que possui menos de 10 empregados (ver: FERNANDES, 1989).

Com esse critério, verificou-se, conforme a tabela 1.1, que das empresas pesquisadas, duas eram de grande porte, uma era de médio porte, cinco eram de pequeno porte e uma podia ser considerada microempresa.

TABELA 1.1 – Porte das empresas cerâmicas de louça de mesa em Campo Largo-PR -1994

EMPRESA	N.º DE EMPREGADOS		PORCELANA	CER. BRANCA
GERMER	800	grande		
SCHIMIDT	890	grande		
TACTO	270	média		
BOT ART	70	pequena		
BRASÍLIA	55	pequena		
CLASSE	22	pequena		
ELBA	13	pequena		
RIO BRANCO	12	pequena		
INDECOL	6	pequena		

A análise dos dados focou as relações Matéria-Prima-Produto Final; Processo-Produto Final; Acabamentos-Produto Final e Projeto-Produto Final, pois o objetivo era analisar o design e a tecnologia dos produtos produzidos.

Com relação à matéria-prima, pode-se observar que apenas as duas grandes empre-

sas trazem algumas matéria-primas de fora. As outras utilizam matérias-primas locais, com exceção do gesso para molde. Isso, que pode parecer uma vantagem das empresas menores, deve-se apenas ao fato de elas não consumirem quantidades altas e não terem poder de barganha, seja na compra de lotes maiores, seja na discussão do preço. Desse modo, constata-se um pro-



blema nas minerações locais, que utilizam esse fator para obter maiores lucros com baixa produção. Nenhuma delas pesquisava matérias-primas regionais.

Ainda com relação às matérias-primas, pode-se observar que apenas três empresas produzem a porcelana, que exige matéria-prima mais cara e uma massa melhor elaborada, bem como queimas a temperaturas mais altas, originando um produto de melhor qualidade.

Outro ponto remete à formulação da massa e sua preparação. Estes procedimentos geralmente exigem técnicos especializados, fazendo um acompanhamento constante, o que foi encontrado em apenas três das empresas, duas grandes e uma pequena.

A formulação dos vidrados também é um ponto importante no resultado do produto, sendo que apenas as mesmas três empresas dominam sua formulação/manipulação. As outras são totalmente dependentes dos grandes fabricantes. Questões relacionadas à compatibilidade da dilatação da massa e do vidrado acabam por interferir na qualidade do produto final, principalmente na cerâmica do tipo faiança. Esta apresenta trincamentos ("craquelé") após um determinado tempo de uso, o que afeta a porosidade do produto e prejudica sua limpeza, originando um aspecto pouco agradável, que interfere negativamente na recompra.

A relação matéria-prima/produto final é determinante, pois a composição da massa e seu preparo afetam diretamente o processo produtivo, as contrações na secagem e na queima, as perdas e a qualidade do produto final, tanto do ponto de vista estético e funcional quanto da durabilidade e resistência.

Observando a relação produção/produto final, pode-se perceber que há diferença qualitativa na preparação da massa, sendo que em apenas quatro das empresas (duas grandes, uma média e uma pequena) percebe-se um maior controle na dosagem e processo de moagem, homogeneização e filtragem, além de uma constante análise dos resultados. Nestas, conseqüentemente, o produto final é melhor.

Na etapa de moldagem, utiliza-se predominantemente o enchimento ("*slip casting*") e o torno, em níveis tecnológicos diferentes. Afeto a estes processos está a produção de moldes, determinante das possibilidades de desenvolvimento do design. Pode-se observar que seu desenvolvimento é moroso e geralmente depende de um único modelista, profissional encontrado em quatro das empresas. As restantes contratam serviço de modelagem eventual. O custo dos moldes é muito alto, pois sua produção é lenta e depende de mão-de-obra especializada e quase inexistente. O material para confecção dos moldes é o gesso, e observou-se que sua qualidade afeta o produto final, sendo por isso trazido do Nordeste por algumas das empresas. Cabe salientar que os modelistas/formistas são pessoas qualificadas e, talvez por coincidência, mais idosos, o que pode indicar que haverá falta desta mão-de-obra já escassa nos próximos anos. Cursos de formação técnica de modelistas, formistas, em nível de segundo grau, poderiam auxiliar na correção desta distorção.

Na etapa de secagem e de queima não foram encontrados grandes problemas. As temperaturas de queima de biscoito e queima final são variáveis, aproximadamente na faixa de 1400°C para porcelana e 1050°C para faiança. Dados sobre quebra de produção durante a secagem, queima de bis-



coito e queima de esmalte não foram coletados, o que poderia trazer subsídios a este estudo.

Com relação ao acabamento final, os processos de aplicação dos vidrados são predominantemente por banho ou imersão, dependente de mão-de-obra. Já existem empresas que utilizam pistola. As decorações são em decalcomania e em linhas de contorno à mão com auxílio de torno (técnica de linhas e vivos). Na cidade existem três fornecedores de decalques. Um dos problemas verificados é que nem sempre a qualidade dos decalques é a desejada, tendo em vista que sua produção serigráfica é tecnologicamente muito básica, o que limita a reprodução de detalhes e o uso de cores. Foram encontrados ainda outros tipos de decoração, como na empresa Bot Art, que tem se destacado na pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas, obtendo resultados muito interessantes.

Finalmente, quanto à relação projeto/produto final – design podemos dizer que, com exceção de uma empresa, não há desenvolvimento de produtos baseado em pesquisas mercadológicas, ou realizado de forma sistematizada. Mesmo nesta grande empresa, o que predomina é a prática da cópia de modelos nacionais ou importados. Não há uma preocupação com o design, ou seja, em desenvolver produtos com linguagem própria, baseados na tradição cultural formal/funcional, em termos locais, regionais ou mesmo nacionais.

Há pouco investimento no desenvolvimento dos moldes, pois este desenvolvimento é caro e depende de mão-de-obra especializada, como vimos anteriormente. As variações das peças acabam restritas ao acabamento, ou seja, ocorrem relançamentos de produtos existentes com novos

grafismos, cores ou acabamentos. Dispensam um desenvolvimento de design próprio, predominando a prática da cópia.

Com relação ao produto final, nossa análise mostrou que o produto em faiança é mais popular, frágil, com um índice de porosidade elevado, que encontra mercado devido a seu baixo custo. Os produtos apresentam pouca inovação formal, embora isto seja constatado também em algumas empresas de faiança no exterior, que desenvolvem design diferenciado e de qualidade.

Já a porcelana, que possui maior resistência, baixa deformação e porosidade, apresenta um custo mais alto e consequentemente atinge um mercado consumidor de classe mais alta. Este consumidor opta preferencialmente por um produto com estilo "tradicional", se não compra uma legítima louça inglesa, ou porcelana francesa (Limoges ou Sèvres), ou japonesa, prefere uma louça que apresente a mesma linguagem destas. Portanto, estes produtos acabam por apresentar formas e decorações que remetem ao padrão europeu do século passado, com motivo floral ou de arabescos, com uso de formas sinuosas predominantemente às formas retas.

Fica a constatação de que a indústria cerâmica de louça de mesa está necessitando de estratégias que a tornem mais competitiva, pois dentro de seu procedimento atual tem desconsiderado o meio ambiente em que atua e vem investindo muito pouco ou nada no desenvolvimento de núcleos de competência, sejam gerenciais, tecnológicos, de design, mercadológicos. Persistindo na prática atual, essa indústria estará fadada senão ao desaparecimento, a uma estagnação, com decréscimo nas vendas.



É fundamental que as indústrias passem do "mundo do menos para o mundo do mais", o que só é possível agregando valor à sua existência. Valor aos bens que produz, via tecnologia, inovação, gerenciamento ou design (ver: NASSER, 1996).

1.2.2. RUMOS MERCADOLÓGICOS DA INDÚSTRIA CERÂMICA DE LOUÇA DE MESA E PRODUTOS DECORATIVOS E POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS

O quadro internacional da indústria cerâmica de mesa, observado em viagens, feiras e visitas a lojas e fábricas, mostra que o design tem sido uma ferramenta indispensável frente à demanda por produtos com melhor qualidade e que atendam de forma mais eficiente aos requisitos mercadológicos e produtivos.

Essa visão advém da necessidade de adoção de novas estratégias que precisaram ser implementadas frente à grande competição enfrentada pelo segmento diante da concorrência internacional. Os produtos chineses apresentam preços baixos, e indústrias como a do plástico e do vidro concorrem com a da cerâmica, sem falar em outras opções que o atual consumidor tem para adquirir bens além dos tradicionalmente utilizados, como eletrodomésticos ou eletroeletrônicos, por exemplo.

Frente à globalização da economia, a complexidade interna das empresas e principalmente do meio ambiente em que atuam, vários autores defendem a formulação explícita de estratégias competitivas, pelos significativos benefícios que as empresas podem alcançar com esta postura.

Genericamente, por estratégia competitiva entendem-se as políticas desenvolvidas visando atingir algumas metas. Estas estratégias podem advir de processos informais, não sistematizados, ou de um processo de planejamento específico (ver: HALAL, 1984; PORTER, 1985).

As reais estratégias surgem do processo constituído internamente na empresa para determiná-las, ou seja, das discussões internas que confrontam os pontos fortes e fracos da empresa em relação a ameaças e potencialidades frente ao meio ambiente. Estas discussões levam à identificação de concorrentes potenciais, mudanças nas atitudes dos clientes que representam oportunidades e/ou ameaças, inovações tecnológicas e seus reflexos para a empresa.

Para que alguma estratégia seja formalizada, é imprescindível relacionar uma empresa ao seu meio ambiente. Assim, é fundamental que se realize uma análise estrutural da indústria como um todo e até de outras indústrias concorrentes, para que a empresa identifique seus pontos fortes e fracos e venha a traçar uma estratégia efetiva para a proteção dos seus mercados, bem como evoluir na área cerâmica e fora dela.

O meio ambiente refere-se a tudo o que não está compreendido dentro da empresa. Mercado, clientes e fornecedores, nesse contexto, são parte do meio ambiente. São ainda partes integrantes: governo, grupos de interesse, instituições financeiras, associações, etc. O meio ambiente pressiona continuamente a empresa, através das exigências dos mercados (fornecedores e clientes) e das restrições impostas por regulamentações, escassez de recursos e assim por diante. Por outro lado, o ambien-



te também oferece oportunidades a serem exploradas pela empresa.

Os autores mais reconhecidos, pelos modelos estratégicos que propõem, diferem quanto às estratégias mais eficazes e recomendam algumas estratégias genéricas que, admitem, poderão sofrer alterações em função de cada caso. Para PORTER (1985), existem três estratégias genéricas bem sucedidas: liderança no custo total, diferenciação e enfoque.

A primeira estratégia consiste em atingir a liderança no custo total em uma indústria através de um conjunto de políticas funcionais voltadas para este objetivo básico. Entre elas, estariam instalações para produção em escala eficiente, uma perseguição vigorosa de redução dos custos, um controle rígido destes custos e das despesas gerais, minimização de custos em áreas como P&D, assistência, força de vendas, publicidade, etc.

A segunda alternativa de estratégia é diferenciar o produto ou o serviço oferecido pela empresa, criando algo que seja considerado único no âmbito da indústria, em algumas dimensões amplamente valorizadas pelos compradores. A diferenciação pode se dar em um projeto de produto, imagem da marca, tecnologia, peculiaridades, serviços sob encomenda, rede de fornecedores ou outras dimensões. É uma estratégia que permite obter retornos acima da média, já que é recompensada pela sua singularidade com o que o autor chama de preço-prêmio.

A terceira estratégia genérica é enfocar um determinado grupo comprador, um segmento da linha de produto ou um mercado geográfico, ou seja, está baseada na escolha de um ambiente competitivo deli-

mitado e parcial dentro de uma indústria. Esta estratégia pressupõe que a empresa pode atender um alvo estreito de forma mais eficiente que seus concorrentes. Pode estar associada à estratégia da diferenciação ou à de liderança no custo total, como forma de abordagem do mercado.

Cabe ressaltar que PORTER deixa claro que, para atingir o sucesso, é absolutamente necessário que a empresa assuma um compromisso contínuo com uma dessas estratégias. Soluções de meio termo levariam a empresa a uma situação estratégica extremamente pobre, com consequências inevitáveis de baixa rentabilidade em relação aos líderes do mercado no qual compete.

Outros autores discordam dessa posição. É o caso de DAY (1989), que defende que as duas estratégias de diferenciação e liderança no custo não são necessariamente contraditórias. Para esse autor, a qualidade dos produtos pode indiretamente baixar os custos, pela possibilidade de aumentar a participação no mercado e, conseqüentemente, os ganhos obtidos em escala e/ou decorrentes da experiência. Considera ainda a adoção de ambas as estratégias como a forma mais eficaz de competir. Defende que o sucesso de um negócio depende da criação de atributos superiores, que sejam importantes para os clientes.

Esse parece ser também o caso de KOTLER (1986). Ao apresentar o modelo estratégico adotado pelos japoneses nos últimos anos (que os levou à conquista de melhores posições na concorrência global, principalmente em relação à americana), esse autor defende que foi justamente a adoção de flexibilidade na escolha das estratégias que lhes assegurou a rápida expansão nos principais mercados. Destaca

que os japoneses centraram sua estratégia na oferta adequada de produtos para o mercado e não na preocupação exclusiva com a produção (ver: FERNANDES & LEPIKSON, 1994; FERNANDES, 1994).

Tanto DAY como KOTLER, de uma forma ou de outra, têm posições favoráveis à estratégia de diferenciação. Outro autor que comunga dessa abordagem é LEVITT (1986). Para esse autor, um produto é a combinação de valores tangíveis e intangíveis que o cliente recebe quando compra. Esses valores podem ser diferenciados, pois existem inúmeras possibilidades de ampliar o produto para algo além do que o cliente espera, o que, sem dúvida, pode influenciá-lo na ocasião da compra. O autor também defende a estratégia voltada para o mercado como a forma mais poderosa de se manter uma diferenciação contínua.

Esta tese defende a estratégia da diferenciação do produto com enfoque em um segmento de mercado, através da agregação de valores, como a melhor mola de alavancagem de uma indústria e de uma empresa, bem como uma fonte de renovação constante, que permite evitar o estágio de declínio para a indústria cerâmica como um todo. Essa indústria é considerada madura e necessita ser revigorada.

O atendimento a um mercado ditado pelo consumidor traz a necessidade de compreender e atender aos anseios do cliente, interpretados como tangíveis e intangíveis. LEVITT define o que chama de valores tangíveis e intangíveis. Os valores tangíveis são aqueles palpáveis, materiais, e os intangíveis são aqueles imateriais, originados de fatores simbólicos, estéticos ou humanos (design, atendimento, rapidez, assistência técnica 24 horas). Um produto agrega uma soma de valores tangíveis e in-

tangíveis. Os primeiros são originados de inovações tecnológicas, e os segundos, de fatores simbólicos e estéticos, que têm a função de transmitir ou informar os valores agregados pelos primeiros, além de oferecer *status*, segmentação cultural, social e assim por diante. Esses valores são traduzidos pelo design industrial do produto e estão presentes na maioria dos bens que nos cercam, como, por exemplo, carros, roupas, eletrodomésticos e utensílios domésticos.

Importante salientar que o custo não deixa de ser um fator importante, já que, por mais que o consumidor eleja determinado produto como seu "objeto de desejo", caso esteja acima de suas posses ele não o comprará, e sim àquele mais barato. No entanto, como bem atestam CLARK & WHEELWRIGHT (1993) ao confirmarem a hipótese de DAY, à medida que a empresa cria valor superior para seus clientes em design e em desempenho, ela pode escolher entre conseguir um preço-prêmio por estas vantagens ou por transferi-las para um preço mais competitivo, o que inevitavelmente aumentará sua participação no mercado.

Também já é comprovado que a diferenciação via tecnologia é uma das principais formas de uma empresa obter liderança e vantagem competitiva. Alguns autores, como NONAKA (1991), defendem a abordagem do desenvolvimento de tecnologia voltado primordialmente para o produto como forma de explicitar a diferenciação. Cabe ressaltar que as tecnologias que trazem grandes rupturas não são as únicas que podem ser desenvolvidas e aproveitadas como vantagem competitiva. Muitas vezes, pequenas modificações mostram-se bastante rentáveis.



A empresa realmente inovadora deve assumir estratégias criativas para fazer frente às necessidades de desenvolvimento de novos produtos e entender o que o cliente quer, mas que ele próprio ainda não conseguiu perceber. A tecnologia tem, assim, de se voltar primordialmente para a inovação, e o design para a interpretação das necessidades e tradução das melhorias incorporadas ao produto.

A articulação com o mercado é elemento chave no direcionamento das estratégias para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e requer uma abordagem de médio e longo prazo que nem sempre as empresas estão dispostas a fazer. Principalmente porque, até recentemente, as empresas ainda pensavam seus negócios baseadas em uma perspectiva histórica que remontava a 100 anos atrás, fundamentando suas estratégias nos paradigmas desenvolvidos por Taylor, com ênfase na produção em massa e nos projetos padronizados para um mercado também massificado e carente, com fontes abundantes de recursos. Muitas empresas cerâmicas de louça de mesa ainda adotam esta prática, como pode ser observado no levantamento realizado em 1992-94.

Essas empresas também consideravam o ambiente estável e se baseavam em variáveis simples para definição de suas estratégias, do tipo "crescimento populacional", "variação do produto interno bruto", "crescimento da renda per capita", "aumento do consumo de energia" e coisas do gênero. Como consequência, seu posicionamento no ambiente era bastante simplificado, baseado em estabelecer e manter posições, gerando produtos que pudessem assegurar sua manutenção.

A falta de conhecimento estratégico do pro-

duto que vende, dos desejos de seus clientes e até mesmo dos seus processos produtivos e a ênfase financeira, de negócios e de curto prazo, foram predominantes nestes últimos anos. Essa visão colocou em segundo plano o planejamento de longo prazo e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, levando a uma trajetória suicida em um meio ambiente como o atual.

A realidade atual mudou muito e evoluiu rapidamente. A título de exemplo, vale comparar os eletrodomésticos que compunham uma cozinha ainda na década de 70 com a parafernália hoje disponível. Estenda-se este raciocínio ao resto da casa: se as pessoas querem novos móveis e novos eletrodomésticos também podem querer novos objetos e novas "louças".

A dificuldade de posicionamento fica maior à medida que a economia mundial se globaliza, acompanhada de uma rápida e crescente sofisticação dos mercados. A adequação dos produtos se direciona, cada vez mais, para o atendimento a necessidades específicas dos clientes.

Um mercado de massa nunca existiu. Na verdade, a idéia do mercado de massa fez com que os fabricantes e prestadores de serviço acreditassem na ficção útil de que seus clientes eram mais ou menos semelhantes. Se isso fosse verdade, ou se os compradores se comportassem como tal, as empresas poderiam presumir que um serviço ou produto padronizado satisfaria à maioria deles. Na realidade, a maioria dos consumidores não estava insatisfeita, simplesmente não sabia que algo melhor ou diferente estava disponível. Durante trinta anos, após a Segunda Guerra Mundial, predominou a escassez crônica de bens de consumo. Os fabricantes não conseguiam produzir em número suficiente e a preços



suficientemente baixos para satisfazer todos os compradores possíveis. Resultou dessa demanda insaciável a vantagem dos produtores sobre os compradores (ver: HAMMER, 1994).

Atualmente, a escassez de bens de consumo deixou de existir. O mercado de massa se fragmentou em mil pedaços. Surgiu um novo modelo, que tenta conciliar as necessidades e demandas individualistas e consumistas dos clientes com as possibilidades de racionalização produtiva, buscando altos níveis de qualidade, baixos tempos produtivos, atendimento a normas, produção padronizada e baixo custo. Alguns autores chamam este novo modelo produtivo de produção enxuta, outros de produção voltada para o mercado e não para o produtor. Aqui, a denominamos *produção diferenciada*, um modelo apreendido dos americanos e implantado pelos japoneses e que vem revolucionando as empresas em todas as atividades, mundialmente.

Esse modelo pode ser facilmente observado nos produtos automotivos japoneses e já se estende por outros produtos em praticamente todos os países desenvolvidos. Traz a padronização e a intercambiabilidade de peças, muitas vezes produzidas com auxílio de robôs (sistemas inteligentes), para a interface e o exterior dos produtos, criando sistemas que permitem ao usuário interferir na composição e na montagem das peças, obtendo praticamente um produto único e personalizado, dependendo do caso. É a estratégia do enfoque associada à estratégia de diferenciação, qualidade, design e tecnologia, com baixo custo de produção.

Um problema da padronização é a dificuldade dos homens em aceitar a uniformidade, problema que pode ser minimi-

zado pelo planejamento de sistemas que, embora adotem componentes e materiais uniformes, permitam o máximo de alternativas de montagem. Em determinados casos, uma mesma peça pode ser usada várias vezes em um mesmo produto ou diferentes produtos. Uma exigência projetual é manter a compatibilidade das partes nas interfaces. Seria como ter vários modelos de pneus e xícaras intercambiáveis ou ainda um corpo único de xícara com vários modelos de asas, que, coladas à xícara, permitissem vários modelos sem aumentar custos.

Nesse contexto, a própria estrutura produtiva das empresas tende a se alterar. De produção em massa, seriada e repetitiva, passa a haver um redirecionamento para uma produção flexível e enxuta, à medida que existe a necessidade de diminuir o tamanho dos lotes em função do aumento da variedade dos produtos oferecidos, acrescidos ainda das opções em torno de cada um.

Flexibilidade e qualidade caminham juntas. Idealmente, atender ao conceito de qualidade proposto por JURAN (1991) significa dotar a estrutura produtiva da flexibilidade necessária para torná-la apta a atender às mais diversas expectativas dos clientes. A qualidade é o fim de uma estratégia de efetiva adequação ao consumidor. A flexibilidade viabiliza esta estratégia sob o ponto de vista operacional.

A flexibilidade em uma empresa fica evidenciada quando esta utiliza uma tática de adaptação às variações do meio em que se encontra. Esta tendência foi verificada em termos de flexibilidade de processos produtivos por WHARLTON & WHITE (1988), que constataram, em suas pesquisas, uma relação diretamente proporcional entre a flexibilidade e a imprevisibilidade do mer-



cado: maior imprevisibilidade impõe necessidade de maior flexibilidade. Esta constatação leva a concluir que sistemas rígidos apresentam grandes dificuldades de se adaptarem a meios ambientes consideravelmente dinâmicos. Este é um desafio a ser enfrentado pela indústria cerâmica.

A tendência é utilizar a flexibilidade para ampliar a oferta de produtos aliada à padronização de componentes como arma poderosa para uma efetiva vantagem competitiva, inclusive pela redução do risco da empresa ao operar em ambientes dinâmicos com uma grande diversificação de produtos.

Para a indústria cerâmica, esta tese defende a adoção da estratégia da diferenciação e enfoque aliando tecnologia e design, que trarão aumento da qualidade intrínseca dos produtos a custos compatíveis com o mercado.

A tecnologia contribui para:

- incorporar inovações científicas e técnicas ao produto;
- incorporar inovações científicas e técnicas no nível dos processos.

O design contribui para:

- a melhor comunicação entre mercado e produção, resultando em produtos mais adequados;
- a interpretação dos desejos e anseios do consumidor, sob o ponto de vista funcional e formal/simbólico;
- a tradução das vantagens tecnológicas incorporadas ao produto.

Foi a união tecnologia/design que criou a diferenciação de produtos no mercado italiano na década de 70. Hoje, o mercado internacional paga cerca de 30% a mais pelo selo *made in Italy*.

1.3. DESIGN

O design de produto, ou design industrial, envolve a concepção de toda a interface do produto com o usuário.

A "função design" pode ser considerada milenar, pois desde que o homem passou a confeccionar seus objetos ela esteve presente. Em dissertação de mestrado (ver: FERNANDES, 1989), classificando as fases da sociedade conforme LEROY-GOURHAM (1984), conclui que, nas sociedades pré-artesaniais, o indivíduo, por necessidade própria, projeta e usa os produtos que ele mesmo confecciona. Estes produtos são fruto de sua expressão integral. Arte e técnica estão integradas, não havendo supremacia de uma sobre a outra, e exprimem necessidades econômicas, técnicas, sociais, religiosas, estéticas, com indícios de que trabalho e prazer estão indissociados. O produto é construído unicamente pelo valor de uso que possui, seja objetivo e técnico, seja subjetivo e simbólico/estético.

Em uma sociedade proto-artesanal, alguns indivíduos, além de atuarem na obtenção de alimentos, constroem produtos necessários ao grupo e, em troca, recebem complementação alimentar. O indivíduo-artesão projeta e executa o produto projetado, fazendo uso dele juntamente com o grupo. Se eventualmente fabrica para outrem, este é alguém que ele conhece e que pertence ao seu círculo de relações bastante próximas, e o artesão se expressa no produto com total liberdade e conhecimento.

Nas sociedades artesanais consolidadas, em um primeiro momento, alguns artesãos tornam-se especialistas em tempo integral e recebem alimentos por isso. Ao artesão cabe ser intérprete, projetar e produzir

bens aos quais, por vezes, já não terá acesso. Na sequência, alguns artesãos passam a atuar em grupo, por unidade de produção, chegando a formar corporações. Surge a figura do mestre e dos aprendizes. Muitas vezes o mestre projeta e produz, e os aprendizes reproduzem. Em um terceiro momento, aparece a figura do mercador, que reúne o trabalho de vários grupos de artesãos e o comercializa, caracterizando uma sociedade artesanal manufatureira.

Com o ingresso da figura do mercador, o artesão deixa de ter contato com o usuário dos produtos, e sua tarefa restringe-se a produzir as mercadorias tão logo recebe as matérias-primas. Os usuários não são mais seus conhecidos, mas continuam solicitando dele produtos que atendam seus padrões – objetivos e subjetivos –, os quais diferem muitas vezes dos do próprio artesão. São os usuários que projetam suas necessidades e suas aspirações, que são interpretadas, ou, às vezes, definidas pelo mercador. Esta ruptura traz consigo a dificuldade do mercador em comunicar aos artesãos os produtos a que os usuários aspiram, tornando-se necessário que o mercador se aproprie gradativamente dos saberes do artesão.

Nesse momento, o "desenho" passa a ser um elemento muito importante entre o *pensar o produto* e sua *elaboração*. Permite uma maior divisão e especialização, conferindo uma maior concentração de saber e poder àquele que o detém ou domina.

O início da sociedade industrial foi resultado de todo um conjunto de fatores sociais, econômicos e políticos, que acarretaram a ascensão da burguesia e a introdução da mecanização na produção. Foi o período em que se sentiu a forte marca do

impasse entre arte e técnica, onde ficou evidente que a divisão do trabalho atingira, de fato, o próprio processo criativo. Produtos de "gosto duvidoso", mas que principalmente dificultavam o uso das máquinas mostraram o distanciamento entre o saber técnico-produtivo e o saber "artístico".

A tentativa de reaproximação destes saberes surge no final do século passado e, gradativamente, se formaliza. Encontra na *Staatliches Bauhaus* uma proposta concreta: a fusão da academia artística com uma escola de artes e ofícios, em 1919, na Alemanha. A escola funcionou como uma escola-oficina, na qual se tentava reintegrar o *projetar* com o *fazer*, a arte com a técnica, de modo artesanal-experimental, visando a standartização. A *Bauhaus* foi idealizada como uma escola projetual, buscando a criação de produtos com o mínimo custo e o mais alto nível artístico. Nela está o marco formal do design enquanto profissão.

O "estilo bauhaus" propaga-se e alcança a América, pela saída de alguns professores da Alemanha nazista. É reeditado pelo neocapitalismo alemão através da Escola de ULM (República Federal da Alemanha), chamada *Hochschule für Gestaltung* (UFG), fundada em 1955, e exporta paradigmas às mais variadas instituições de ensino de design, desde o Japão até o Brasil.

O conceito formal de design industrial foi introduzido no Brasil há aproximadamente 40 anos. Desde a primeira escola, em 1963, a ESDI – Escola Superior de Desenho Industrial, no Rio de Janeiro, o design no Brasil sofreu a influência da escola alemã e passou por momentos distintos. Aproximou-se mais da arte ou da técnica, do design "social" (com ênfase no



valor de uso) ou do design para o "mercado" (com ênfase no valor de troca), do design endógeno/local ou do design global, do design para designers ou do design para os consumidores reais. Estes momentos foram, sem dúvida, influenciados pelas conjunturas sócio-econômico-políticas, bem como pela formação dos profissionais, advindos de escolas com ênfase tecnológica, ou humanista, ou mercadológica.

O design enfrenta, ainda hoje, a incompreensão natural das atividades recentes. Uma delas é o desafio de provar aos empresários que o design não é só arte, que necessita da técnica e vice-versa. E que é também uma atividade coordenadora de informações e conhecimentos interdisciplinares, devendo estar em constante cooperação com engenheiros e mercadólogos, entre outros profissionais.

Ao design cabe funcionar como intérprete dos anseios e desejos latentes no mercado, algumas vezes identificados pelo marketing, e materializá-los, compatibilizando as aspirações formais e funcionais com as limitações e possibilidades técnicas e produtivas, estabelecidas geralmente pela engenharia. Para tal, devem ser considerados os aspectos funcionais, formais, simbólicos, ergonômicos, tecnológicos, culturais, socioeconômicos e de meio ambiente envolvidos no processo de desenvolvimento de um determinado produto. Na sociedade industrial, o design surgiu formalmente para articular e somar saberes.

Caracterizar melhor a atividade de design, esclarecendo sua aparente dualidade, tem sido uma tarefa praticada por alguns teóricos da arte, alguns designers e até por economistas e administradores atentos à necessidade de conciliar os saberes na produção de melhores produtos.

1.3.1. INTERFACE DESIGN, MARKETING E ENGENHARIA

A função design é ampla. De acordo com a definição do ICSID - International Council Society of Industrial Design, "o design industrial é uma atividade projetual que determina as propriedades formais dos objetos produzidos industrialmente. Sendo que deve-se entender propriedades formais não só como as características exteriores mas, sobretudo, as relações funcionais e estruturais que fazem que um objeto tenha uma unidade coerente tanto do ponto de vista do produtor como do usuário. Ou seja, é uma atividade que cria e desenvolve conceitos e especificações de produtos e sistemas para benefício dos clientes e dos produtores."

O conceito de marketing também foi introduzido no Brasil há mais ou menos 40 anos. Surgiu nos EUA, antes da Segunda Guerra, através das escolas de negócios. Apesar de todo este tempo, muitos ainda confundem marketing com vendas. Entretanto, marketing é um conceito muito mais amplo, já que, além das funções de transações de bens e serviços (compra e venda), cabe-lhe a responsabilidade pela realização de pesquisas de mercado, pela formulação e execução de uma política de produtos, pela escolha e controle de um sistema adequado de distribuição física dos produtos, bem como pelo controle dos resultados das transações comerciais (ver: RICHES, 1989).

Apesar de bastante complexo, pode-se dizer que o processo de marketing sempre gira em torno de duas finalidades primordiais. Uma delas consiste em detectar oportunidades de mercado ou a existência de demandas inadequadamente satisfeitas



pelas ofertas existentes, por parte da própria empresa e/ou de seus concorrentes. Estas oportunidades são chamadas de "nichos" mercadológicos. A outra finalidade é a de preencher esses nichos de forma eficiente (com o mínimo de recursos e custos operacionais) e a maior eficácia possível.

Gradativamente, o mercado tem mostrado que é uma ilusão aceitar a tão difundida hipótese de que qualquer produto tecnologicamente funcional seja vendável, contanto que o promotor o promova com a devida intensidade.

O cliente é receptivo a novas idéias desde que elas venham ao encontro de suas aspirações. Desta forma, várias empresas já dispõem de profissionais de diversas áreas, além de administradores e economistas, que atendem ao marketing: são filósofos, semioticistas, antropólogos, sociólogos e designers, todos atuando nas funções de análise (investigação contínua das forças vigentes no mercado e na sociedade que interessam à empresa comercialmente). Por exemplo, o grupo Brasmotor (Bras-tremp, Consul), que recebeu em 1997 o Prêmio Nacional de Design Empresarial, desenvolveu trabalho de pesquisa de mercado e identificação de perfil de consumidor com apoio de pessoal de outras áreas trabalhando em conjunto com os designers da empresa.

O marketing é uma atividade importante, que leva a empresa a estar atenta aos desejos e anseios dos consumidores. Mas, ao se basear na construção tradicional do perfil do consumidor, ainda não consegue ler e interpretar estas aspirações corretamente, além de encontrar dificuldades em transmiti-las para a equipe responsável por transformá-las em produtos, princi-

palmente junto à área eminentemente técnica, dominada muitas vezes pela engenharia. Nestas etapas de coleta de informações, leitura, interpretação e materialização, a inter-relação com o design torna-se muito relevante.

A engenharia é uma atividade consolidada, ligada à inovação, produção e viabilização de tecnologia (tanto de produto como de processo). Sendo conhecidas suas qualificações e especialidades, a engenharia tem seu papel já bem definido junto às empresas. Tanto o design quanto a engenharia estudam a relação homem/meio. O que as difere é que, enquanto o design estuda esta relação do ponto de vista do homem (condições fisiológicas, psicológicas e sociais), a engenharia a estuda sob o ponto de vista do meio (leis físicas, químicas, orgânicas e econômicas). Sem que um esqueça as implicações que são objeto de estudo do outro, analisam o problema com focos distintos. REDIG (1983) afirma: "As considerações de caráter perceptivo e estético, próprios da natureza humana, são típicas do design. A tecnologia, fator básico para a realização de ambas as atividades (...), é vista de ângulos distintos por cada uma delas, sendo, para a engenharia, meio para a produção de bens materiais a partir da transformação dos recursos naturais, e para o design, meio para a produção de bens materiais a partir das necessidades e características do usuário." O engenheiro transforma os recursos naturais em tecnologia, e o designer utiliza a tecnologia transformando-a em objetos de uso, formais e funcionais. Estas nuances são maiores ou menores dependendo da formação do engenheiro e do designer.

Na empresa, a visão de design industrial deveria receber o mesmo peso intelectual e organizacional que a engenharia e o mar-



keting, pois a atividade de design corporativo, quando bem sucedida, torna-se catalisadora e integradora do processo de desenvolvimento de produto (ver: LORENZ, 1990). No Brasil são poucas as situações em que isto ocorre, mas pode-se citar exemplos próximos, como o da Brasmotor, eletrodomésticos, da Grandene, calçados, e o da Cecrisa, cerâmicos.

Para alguns administradores que ditam procedimentos (ver: PETERS, 1993), o design industrial é o objeto estratégico da empresa transformado em algo real, que o cliente pode comprar. É a maneira como a empresa se parece, sente, experimenta, usa - o que a empresa é e conta para o cliente. PETERS cita NORMAN, para quem os produtos bem projetados são fáceis de interpretar e entender, contendo pistas visíveis de como se pode fazê-los funcionar. Ele também concorda que os limites entre as áreas funcionais começam a se misturar: atualmente, compreender o uso do produto e as necessidades do usuário é tão importante para os sujeitos da compra quanto para os projetistas. Recomenda a adoção de equipes interdisciplinares de projeto.

Nas grandes empresas e corporações, estes procedimentos já são adotados. Entretanto, nas médias e pequenas empresas, a maioria no Brasil, isto não é realidade (e quem sabe se um dia será!) Em dissertação de mestrado (FERNANDES, 1989), arrisquei dizer que o designer poderia ter um papel fundamental no desenvolvimento das pequenas indústrias, suprimindo muitas vezes a falta de um gerente de marketing ou de vários engenheiros específicos. A década de 90 não tem apontado muito para isto e os designers não tem ocupado este papel.

O objeto de estudo, nesta tese, é a pequena e média indústria cerâmica, que, a despeito dos desafios impostos pela concorrência internacional, não consegue incorporar o design ou até mesmo a tecnologia e o marketing em sua estratégia para sobrevivência. As médias e pequenas empresas sobrevivem ainda pela cópia e pelo amadorismo gerencial e tecnológico. ^{OK}

O perfil do designer na atualidade é de intérprete, conceituador e materializador dos sentimentos/desejos dos usuários; da filosofia da empresa, formulada pelo marketing; das possibilidades técnicas e produtivas, formuladas pela engenharia; dos procedimentos/usos e dos sentimentos que o produto deve conter/suscitar. A isto acresce-se sua atenção para com o meio ambiente e a sociedade como um todo.

Pode parecer muito, e deve ser, à medida que poucos são os designers que têm correspondido a este perfil. Entretanto, eles existem e têm feito design. Empresas brasileiras têm crescido com o seu apoio e enfrentado os desafios da globalização.

1.3.2. DESIGN: FORMA E FUNÇÃO, ARTE E TECNOLOGIA, SUBJETIVIDADE E OBJETIVIDADE

O atendimento ao mercado e às aspirações do consumidor passa pela interpretação e conhecimento dos seus anseios e desejos, tanto os tangíveis como os intangíveis ou subjetivos. Conhecer e operar conhecimentos que auxiliam na interpretação do consciente e do inconsciente do consumidor faz parte da atividade de design.



A discussão acerca de "a forma segue a função" ou "forma e função são indissociáveis" é antiga. Saber se design é arte ou tecnologia ainda é tema das discussões nos congressos da categoria. Afinal, "arte" e "técnica" no latim e no grego apresentam o mesmo significado, embora, no decorrer do século XIX, o termo "técnica", segundo FERREIRA (1975), passe a designar as aplicações práticas da ciência, e o termo "arte", as atividades que supõem a criação de sensações ou estados de espírito, em geral de caráter estético, mas carregados de vivência íntima e profunda, podendo suscitar em outrem o desejo de prolongar ou renovar. Ao "artista" cabe a capacidade criadora de expressar ou transmitir tais sensações.

Não existe oposição natural entre arte e técnica, já que todas as artes nasceram, com efeito, do manuseio da matéria. A pseudo-oposição que se pretende estabelecer entre arte e técnica só se justificaria se a obra de arte fosse o produto da fantasia verdadeiramente gratuita de um indivíduo, o que é desconhecer absolutamente o papel da arte.

Aqui nos interessa, principalmente, esclarecer a importância dos aspectos "subjetivos" afetos aos produtos, considerando que os "objetivos" parecem estar mais consolidados ou mais perceptíveis.

Por aspectos objetivos, entendam-se todos aqueles que são apreendidos pelo conhecimento, que podem ser materializados ou explicitados, pois são a concretização do que foi concebido no espírito. Apresentam-se com um caráter fixo e estável, remetendo ao científico e racional.

Por aspectos subjetivos, entendam-se todos aqueles relativos ao sujeito e que, por

se passarem no espírito de uma pessoa, não se encontram sistematizados no mundo físico. Remetem ao empirismo e ao emocional.

A abordagem dos aspectos objetivos pelo designer está estruturada metodologicamente e baseada em conhecimentos formalizados pelas ciências exatas e tecnológicas, como a ciência dos materiais, a ergonomia, a engenharia de processos, ou outras, dependendo do produto.

De outro lado, para entender os aspectos subjetivos presentes em um produto e, mais que isso, trabalhar com estes aspectos em termos projetuais, é importante ao designer tentar entender a relação e os sentimentos que o homem estabelece com as "coisas". E isto tem sido abordado mais no campo das ciências humanas e das artes.

Na sociedade contemporânea, os objetos são valorizados pelo sentimento e desejo que despertam, atraindo as pessoas. Enfim, na sociedade de consumo atual, o objeto não cumpre mais apenas uma função de uso, que muitas vezes acabava só servindo de pretexto para a compra de um *signo*, ou da compra pela compra.

Este pensamento é difícil de ser entendido, principalmente por pessoas ligadas às ciências exatas, cuja formação é racional e funcionalista. No pensamento funcionalista, o valor estético nos é dado por acréscimo e resulta da adequação funcional. O homem adquire objetos para seu uso. Por esta razão, muitas vezes os objetos possuem uma falsa noção de funcionalidade e/ou acabam tendo uma antifuncionalidade disfarçada de funcionalidade. Como exemplo, vejamos o uso do bule, ainda comercializado nos jogos de chá e café que se encontram e no mercado. Trazido da cultu-



ra inglesa, também influenciado pela cultura japonesa, muito pouca utilidade apresenta no dia-a-dia dos brasileiros. Provavelmente sua existência se deve muito mais a razões estéticas e simbólicas, como tradição, que pelas razões funcionais que lhe servem de justificativa. Os fabricantes nacionais não abrem mão de sua inclusão no "jogo de chá e café para presente de casamento".

As raízes do movimento funcionalista remontam a meados do século XIX, e segundo MOLES (1975), este movimento é decorrente de uma série de fatores, entre os quais o "funcionalismo" do engenheiro de produção e a emergência de novos materiais. Visou simplificar e otimizar a produção dos artefatos e adequá-los a novas técnicas produtivas, como substituir o ferro fundido, com seus respectivos adereços, pelo moldado.

É importante entender que o pensamento funcionalista é moralista: a inutilidade é considerada como o "mal", em oposição ao funcional, que é considerado o "bem". Decorrente disto é que surgem os produtos que usam a funcionalidade como desculpa para a compra da "inutilidade" do signo. Nossa sociedade excluiu o meramente contemplativo ou mesmo o lúdico de suas prioridades. Segundo a tradição filosófica, o belo é visto como "uma finalidade sem fim" ou "objeto de uma satisfação totalmente desinteressada". "A beleza é a forma da finalidade de um objeto, quando é percebida nele sem a representação de um fim", segundo KANT (1961). Enfatiza-se, segundo MORAIS (1997), ao mesmo tempo, a harmonia entre a beleza de um objeto e sua inutilidade. Um vaso poderá nunca ser usado para conter flores, ou uma panela nunca servir para cozinhar, mas apenas como elemento que compõe a decoração

ou produz uma satisfação estética e contemplativa. Porém necessitam da função para serem adquiridos. Por outro lado, um produto útil e funcional dispensaria qualquer satisfação estética?

Com tudo isso, estamos querendo dizer que muitas vezes os aspectos subjetivos são colocadas como secundários, mas não necessariamente o são para o consumidor, ou mesmo o são por uma desculpa necessária à sua racionalidade.

A tese funcionalista está em contradição com as idéias da atual sociedade, que se caracteriza pelo consumo, pela aceleração, pela efemeridade. Segundo BAUDRILLARD (1973), trata-se da ética do supérfluo, da extinção planejada e do consumo forçado. Portanto, o que de fato existe é só um mal-estar puritano geral.

MOLES usa o termo "ofemilidade" para designar o caráter de um objeto que responde ao desejo de um dado indivíduo. O termo está próximo de "desejabilidade". Na verdade, existe uma sensualidade dos objetos que exerce poder de atração junto com outros *signos*.

Por isso é tão importante discutir o encaideamento dos aspectos subjetivos de um produto. Talvez o principal aspecto subjetivo de um objeto seja "sínico". A semiótica, ou Teoria Geral dos Signos, cuja palavra tem origem no grego *semeion* = signo, é a ciência que estuda os *signos*, sendo o *signo* a coisa que representa ou substitui outra. O *signo* não é o objeto. *Simioses* é o processo mental de representação ou substituição do signo. A leitura do *signo* exprime, portanto, o significado que as coisas contém, mas que não são sempre facilmente lidos (ver: PIERCE, 1955; PIGNATARI, 1979; PIGNATARI, 1968; ECO, 1965).



A estética também é subjetiva. A palavra estética é originada do grego *aisthesis* e significa sensibilidade. Foi emprestada pelo filósofo alemão Baumgarten (1714-62) para batizar a disciplina Estética - a ciência das sensações ou o estudo filosófico sobre a arte e o belo. Modernamente ela oscila entre ser entendida como ciência ou como filosofia. É ainda um ramo da filosofia que trata da reflexão sobre a experiência artística e as obras de arte (ver: JUSTINO, 1995; MARCUSE, 1977).

A estética é o estudo do julgamento do gosto. O julgamento estético é um julgamento sem conceito. "Não pode haver nenhuma regra de gosto objetiva que determine por conceitos o que seja o belo, posto que todo juízo desta fonte é estético, isto é, que seu motivo determinante é o sentimento do sujeito e não o conceito do objeto" (ver: KANT, 1961).

Por sua definição, os aspectos estéticos deveriam estar mais ligados à emoção e sentimento que um objeto suscita, que propriamente à sua beleza, como a maioria dos autores erroneamente coloca, isto porque a arte não tem compromisso exclusivo com o belo e também porque o "belo" é um conceito relativo, ou melhor, arbitrário, que varia conforme a sociedade. Fala-se muito sobre a Estética Burguesa dominante, ou "bom gosto", que, sem dúvida, é formadora de opinião e pertence a uma classe.

A arte moderna choca o gosto de muitos de nossos contemporâneos, que continuam a buscar no passado suas escalas de valores. Por exemplo, os móveis concebidos, segundo o esquema dos contemporâneos de Balzac e para suas necessidades ainda são fabricados, como se continuássemos a fabricar automóveis pelo modelo dos antigos veículos puxados por cavalos.

Nem as condições de vida, nem os materiais e algumas técnicas produtivas continuam as mesmas. Isto mostra que se adotam estilos e gostos em função de outros valores que não os valores tirados apenas da racionalização dos materiais e dos processos, ou da funcionalidade objetiva. A técnica serve aos desígnios do homem: ela não os dirige (ver: FRANCASTEL, 1973).

Os objetos, segundo MOLES, são portadores de *signos* e valores da vida cotidiana. Mudam os valores da vida, mudam os *signos*, mudam os objetos. O mesmo acontece com a estética, a arte e o "belo". STARCK (1997), por exemplo, declara: "...eu não faço estética, mas semântica (...) não trabalho para construir belos móveis mas para dar prazer às pessoas". Não se pode dizer que o amor suscite apenas prazer; também suscita a dor e nem por isso deixa de fazer parte das necessidades humanas. A psicologia já estuda há algum tempo o amor e o prazer "masoquista".

Por isso, a idéia de beleza deveria também ser substituída pela de prazer, pois há uma diversidade de "belezas" produzidas ou admitidas em cada lugar e/ou tempo. O prazer está ligado ao sensual, mas também, e sobretudo, à conveniência de uma maioria social, só que no fundo é mais fácil de ser explicado que o conceito de "belo". Eu fico mais segura ao dizer que tal objeto me dá prazer, que eu gosto. É algo mais vital, mais próximo da emoção do que dizer que é bonito!... Um objeto também pode ter o objetivo de contestar ou levar a uma reflexão sobre o comportamento, visando alterá-lo, e até não ser "contemplativo" e dar prazer, pois tem um papel de denúncia.

Para exemplificar, pode-se enumerar uma série de objetos: os carros japoneses com linhas curvas e sinuosamente exageradas,



que há dez anos nos chocavam e acabaram por influenciar até o mais tradicional design de automóvel alemão; um televisor de Phillip Stark utilizando materiais reciclados prensados, sem apelos cromáticos que despertassem prazer ou desejo em um primeiro contato, denunciando e apelando para o "ecologicamente correto", acaba conquistando o mercado e criando uma nova tendência "estética".

Segundo JUSTINO, "a paixão não é prática mas a vida não a dispensa. (...) Em um mundo voltado para a ciência e para a tecnologia, onde o homem, habituado a pensar por meio de categorias estanques, orgulha-se em exibir um tipo de racionalidade, a sabedoria da arte conflita". Pode-se dizer que a manipulação de fatores subjetivos também. Entretanto, qualquer produto que os desconsidere terá grande possibilidade de fracasso.

MANU (1995) utiliza o termo "objetos ferramentas-brinquedos", por ele cunhado em 1989, para traduzir um modelo conceitual no qual o jogo e os valores que representa têm um papel fundamental no processo de design. Para ele "ferramentas-brinquedos" são produtos que satisfazem não somente as exigências para ferramentas funcionais, mas também dão ao usuário prazeres associados a brinquedos. Enquanto a funcionalidade de uma ferramenta é julgada por sua eficiência (tão rápido ou bem feito ou com menos esforço o usuário, utilizando-a, executa uma tarefa), o brinquedo é funcional quanto mais emoções suscita na inter-relação entre usuário e brinquedo ou entre usuários.

Estas funções ainda estão separadas. Os usuários compram produtos funcionais para preencher uma necessidade tangível, ou produtos divertidos que apelam para suas

emoções. Os designers funcionalistas também projetam objetos assim. Segundo MANU, "porque criam objetos físicos, os designers pensam em necessidades como sendo formas tangíveis, e o design de produto tenta antecipar e encontrar as sólidas necessidades mecânicas dos usuários. Desejos, em contrapartida, são sentidos como sendo efêmeros e intangíveis, um tipo de auto-indulgência, não relacionados ao bom design".

Reconhecer que os usuários tem necessidades funcionais e também emocionais/lúdicas, que podem ser atendidas por um mesmo produto, faz parte de uma nova tendência de ver o homem como um ser inteiro, em todos os momentos de sua vida, sem dicotomias entre razão e emoção. Esta pode ser considerada a nova tendência e o novo desafio na área de design.

Designers vêm cada vez mais utilizando este conceito, desde os seguidores do movimento MENPHIS, como Ettore Sottsass e Matheo Thun. HOSOE (1995), em sua preleção *Do domínio da visão à ecologia dos sentidos*, enumera outros conceitos embutidos no que ele chama de "design do Mediterrâneo": amenidade, erotismo, jogo, encontro, status, teatralidade, territorialidade são aspectos cada vez mais abordados e utilizados pela função design. Ainda pouco estudadas cientificamente, estas abordagens não podem ser ignoradas em estudos específicos que se tornam cada vez mais imprescindíveis para o desenvolvimento desta atividade como profissão.

Afinal, a civilização consumidora produz para consumir e cria para produzir. Neste ciclo, a noção fundamental é a de aceleração e de efemeridade. O ato consumista nos condena ao transitório, ao provisório. Deste modo, os objetos passam a ser per-



petuamente provisórios, e por isso devem constantemente agregar, senão novos valores, valores renovados. Segundo HESSEN (1967), "todo processo de cultura consiste num constante avançar e ir mais longe (...) na descoberta de valores novos".

Também neste sentido contrapomos o que coloca MANU: se um objeto é ferramenta e brinquedo, será descartado com mais dificuldade, pois, além da relação de necessidade que se estabelece entre o usuário e o produto, haverá uma relação de prazer e afeto.

1.3.3. DESIGN EM CERÂMICA

A cerâmica é um material que oferece muitas possibilidades de pesquisa na área de design de produtos, pela plasticidade e versatilidade do material, pelo valor simbólico que possui e pela atração que exerce, como também pelas suas propriedades físico-químicas e mecânicas, que lhe conferem variada possibilidades de usos e aplicações.

No Brasil, muito pouco tem sido feito em termos de design em cerâmica, principalmente na indústria de louça de mesa e objetos decorativos. Até porque, principalmente nesta indústria, os produtos cerâmicos possuem baixo valor agregado, que "não justificam" aos olhos dos empresários novos investimentos, estimulando na maioria das vezes a simples cópia de modelos de revistas importadas.

Este quadro deve ser mudado, já que o papel do design é fundamental para a consolidação de uma indústria mais competitiva.

Cabe destacar que os produtos desen-

volvidos pela indústria cerâmica de louça de mesa, apesar de atenderem basicamente a alguma função, trazem uma carga signífica/simbólica muito forte. Por exemplo, louças e recipientes em geral têm a função de conter alimentos, luminárias a função de iluminar, vasos a função de conter flores, fruteiras a função de conter frutas, panelas e travessas a função de cozer alimentos. Muitas vezes, entretanto, esses produtos ganham apenas um valor decorativo/contemplativo: na cristaleira, na mesa de jantar, na estante da sala ou da cozinha.

A realidade européia é distinta da brasileira. Durante a realização desta tese, pôde-se confrontar alguns dados que, embora não tenham sido arduamente sistematizados, traduzem uma realidade diversa.

Itália e Espanha despontam no design internacional introduzindo um lado mais "semiótico-lúdico-simbólico" (por que não dizer "latino") aos objetos em geral, predominantemente àqueles produtos mais próximos ao cotidiano humano - que habitam suas casas e ambientes de trabalho, locomoção e lazer. É o design do Mediterrâneo impondo-se ou sobrepondo-se ao britânico e ao germânico.

A Louça Cerâmica pode ser dividida, grosseiramente, em "louça de porcelana", "louça de faiança" e "louça vermelha", conforme a composição da massa cerâmica. Podem, ainda, ser consideradas eruditas ou populares, conforme a linguagem que utilizam. E serem tradicionais ou contemporâneas, conforme o "estilo de época" no qual foram concebidas.

A primeira, "louça de porcelana", pode ser considerada predominantemente erudita, e ainda ser tradicional ou contemporânea.



Atualmente já existem peças em porcelana com uma linguagem de apelo mais popular e contemporâneo.

A "louça de faiança", mais "popular", predominantemente é tradicional e eventualmente apresenta traços contemporâneos.

Peças em "louça de cerâmica vermelha" com características tecnológicas de faiança e não de grês, ou seja porosa, atualmente aparecem de forma localizada, utilizando uma linguagem predominantemente "popular", contemporânea.

Cabe esclarecer que a diferenciação entre popular e erudito, ou culto, nasce com a sociedade capitalista, com a formação da burguesia, com a divisão da sociedade em classes. Nela se expressa a dominação ideológica e de classe da burguesia, que se identifica com a arte erudita, sobre as classes dominadas e sobre a arte popular de origem camponesa e proletária (ver: PEDROSA, 1980).

O erudito está nos museus. Pode permitir-se o hermetismo, mas só depois de transferir sua mensagem de "poder". Pressupõe iniciação, elaboração e, portanto, conhecimento adquirido pela libertação da servidão do trabalho. O erudito é elitizado e mistificado. Os objetos "eruditos" carregam estes valores, nas formas, nas cores, nas decorações utilizadas. São mais elaborados e exigem maior percepção das sutilezas sógnicas que contêm. Utilizam materiais mais "nobres" e duradouros, porque pretendem a perenidade.

O popular ficou de fora da história, não entrou nos museus, é mais simples e direto. Pauperizado intelectualmente pelas restrições impostas pela elite, relata experiências simples, cultura pobre. Os ob-

jetos "populares" possuem uma expressão mais direta dos sentimentos, menos trabalhadas e destituídas de pré-conhecimentos sistematizados. Informam mais diretamente o que pretendem. Utilizam cores e formas mais básicas e menos elaboradas. São mais efêmeros e utilizam materiais mais grosseiros e baratos, muitas vezes traves-tidos (tentando imitar outros). Importa o resultado e não tanto o valor, como um falso brilhante ou marmorite (plástico com pó de mármore moído).

O tradicional diz respeito à tradição, ao conservador, a valores do passado. Pode estar presente nos temas, na organização das formas, nas cores. Trabalha com o conhecido, com o seguro.

O contemporâneo remete ao tempo atual, aos novos valores, que muitas vezes rompem com a tradição através de novas leituras ou da transgressão de regras anteriormente concebidas. Nele o imprevisto ou inédito está presente nos temas, na organização das formas, nas combinações cromáticas e de materiais. Muitas vezes o contemporâneo apenas revive algo que tradicionalmente estava em desuso ou esquecido (como a moda dos anos 50, ou o estilo barroco ou rococó), mas sempre re-contextualiza. É possível falar em pós-modernidade do design, ou seja, a convivência entre estilos diferentes no interior do "sistema design".

Nas porcelanas, as formas e decorações são predominantemente eruditas, tradicionais ou contemporâneas, e as tendências apontam para o uso de estilos "clean", ou seja, com grande limpeza formal. Entretanto, já se encontram peças em porcelana com apelo popular, "com tradição cultural arraigada", com tendência contemporânea.



A indústria portuguesa, que atualmente desponta como produtor e exportador expressivo na louça de mesa (4º lugar mundial de exportação), principalmente em faiança, vem se preocupando já há algum tempo com a formação de pessoal, formando técnicos em modelos e moldes, técnicos em laboratório, engenheiros de cerâmica, pintores manuais para decoração de peças, com tradição na pintura gestual, com tintas à base de água, presente na "cerâmica de mayólica", cuja origem envolveu Itália, Espanha e Portugal desde a remota introdução da cerâmica no mundo ocidental.

Mais recentemente, a formação de designers, através de cursos de especialização "latu sensu" ou mesmo em nível de graduação, tem aumentado, conforme constatou-se na região central e norte de Portugal, e na região nordeste da Itália, especificamente em Faenza e região da Emilia Romagna.

A formação de quadros permitiu, no caso português, que uma grande variedade de produtos viesse a ser oferecida ao mercado, com qualidade tecnológica superior à verificada anteriormente e diversificação de formas e acabamentos.

Atualmente, as empresas contam com mão-de-obra especializada para confecção de modelos e moldes (ponto de estrangulamento na produção brasileira e que limita o desenvolvimento de novas formas e produtos). Empregam também abundante mão-de-obra na área de pintura, que encontra mercado, porque o design de louça de mesa português dá ênfase neste diferencial, com produtos de qualidade e apelo do selo "hand made".

Sem aprofundar o assunto, pode-se dizer

que a temática portuguesa que mais se destaca está baseada nas tradições, sendo que na região de Coimbra tem similaridade com a tradição espanhola à bico de pena, que explora os azuis e branco em linguagem mais erudita, com temas ligados à natureza. Na região de Leiria, Caldas da Rainha e Aveiro, o apelo é mais popular e colorido, inspirado na pintura gestual e tendo como referência complementar a obra "art nouveau" de Bordalo Pinheiro. Na região do Alentejo predomina a cerâmica vermelha mais popular, com pintura em branco e azul. Todas com base na "cerâmica mayólica".

A releitura gradativamente feita pela introdução do design formal pode ser sutilmente percebida pela abordagem cada vez mais próxima à tendência "européia". As formas são mais limpas e simplificadas e a decoração ganha um destaque superior, utilizando cores e desenhos decorativos inspirados na moda têxtil, seja para revestimento ou vestuário. Os designers "bebem" nas feiras internacionais da indústria da moda as tendências que são lançadas nas duas coleções anuais, primavera-verão e outono-inverno. Entretanto, percebe-se que mantêm técnicas e raízes das expressões tradicionais, sejam no nível tecnológico, seja no do design.

Tecnologias cada vez mais se adequam a esta demanda. Processos de informatização ganham força na corrida contra o tempo, e técnicas decorativas mais rentáveis simulam o "hand made", como as decalcomanias confeccionadas com excelente qualidade e as técnicas de pintura por pistola associadas a decorações alternativas, com uso de máscaras e efeitos químicos oriundos da superposição de tintas reagentes ou ferramentas de raspagem e texturização.



Cabe ressaltar que o design português também busca caminhos e formas de se firmar frente ao quadro competitivo europeu. Para essa indústria, muito importante dentro do país e que é basicamente exportadora, conhecer e reconhecer desejos e apelos dos mercados vizinhos e compatibilizá-los com uma linguagem local tem sido um grande desafio.

Trabalhar a expressão dos sentimentos, que deve estar presente nos bens/produtos, considerando que aí residem os aspectos subjetivos, é sem dúvida uma tarefa árdua quando se pretende conferir um aspecto científico a um estudo. Fixar algumas variáveis pode ser um caminho. Desvendar sentimentos através de um objeto, determinar *signos* e valores estéticos/de prazer e descobrir ou sistematizar como determinar os *signos*, tendências de comportamento ou comportamentos atuais e latentes podem vir a ser objeto de uma tese específica.

Será possível estabelecer o que as pessoas querem e não sabem manifestar diretamente, mas que os *signos* estão nos dizendo o tempo todo? A semiótica tem se incumbido disso, mas resultados pragmáticos ainda são escassos, se é que existem. O estudo da arte, seus caminhos e rumos é um bom início. Entretanto, poucos autores ocupam-se em estudar as correntes atuais, bem como as tendências dos movimentos sociais e culturais.

Os padrões "estéticos" dominantes em algumas sociedades, com o apoio de alguns estudos existentes – como a teoria da *Gestalt*, que trabalha aspectos intrínsecos às formas (proporção, harmonia e equilíbrio) –, verificados e analisados, podem ser aplicados. Sob o domínio ideal do *Partenon*, há supremos refinamentos da matemática gre-

ga, pela qual o espírito humano procurava no espaço a projeção das coordenadas de sua lógica. Sob as formas redondas e aerodinâmicas do carro moderno, existe uma tentativa de criar objetos que traduzam as concepções modernas do espaço tátil, curvo, plástico. A crença no caráter absolutamente gratuito das formas é tão perigosa e rica de mal-entendidos quanto a crença na independência soberana da técnica (ver: TOSTO, s.d.; NORTON, 1975; VEB, 1983; DOCZI, 1990).

O levantamento histórico da produção cerâmica nos produtos denominados "linha de mesa", bem como nos objetos decorativos, serve como base para a verificação dos valores objetivos e subjetivos agregados a estes produtos, contextualmente.

Estudos das tradições culturais regionais podem abrir novos caminhos. Vários autores na área de design defendem o estudo das possibilidades regionais associado às tendências internacionais, para a criação de um design próprio, seja para o Brasil, seja para a cerâmica. O Fórum *Design e diversidade cultural*, realizado em Florianópolis em 1995, trouxe importantes elementos para este debate. Também em levantamento da tradição cultural de Florianópolis, apresentado em congresso por MEDEIROS et alii (1996), apontamos várias possibilidades.

Propõem-se esta tese a descortinar os aspectos envolvidos com o design no desenvolvimento de produtos cerâmicos, por exemplo, na louça de mesa. Estes aspectos podem ser explorados e retrabalhados, considerando as mudanças comportamentais diversificadas da sociedade atual, focando mercados específicos.

Estudos específicos, como a documentação



e análise das formas, funções e acabamentos encontrados, e os parâmetros técnicos, culturais, sociais e econômicos poderiam auxiliar na sistematização de algumas linhas funcionais, formais e de aca-

bamentos nos produtos cerâmicos de uso doméstico. Entretanto, apesar de ter sido feito um levantamento extenso destes dados, entendemos que deveriam ser aprofundados em uma pesquisa específica.





CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

As argilas são matérias-primas com variadas aplicações. Determinar suas características e propriedades é fundamental para estabelecer suas possibilidades de uso industrial. Os ensaios usualmente realizados permitem verificar a distinção útil entre minerais argilosos e outros minerais. Os minerais argilosos são os componentes característicos das argilas, que são rochas nas quais os argilominerais podem estar isolados ou misturados em várias proporções com outros minerais não-argilosos que necessitam ser identificados.

Este capítulo apresenta a seleção de matérias-primas, a coleta de amostras e a realização de ensaios preliminares que auxiliam na previsão de uso das amostras. Testes de elevação da temperatura de queima, como 1250°C e 1450°C, visam verificar se o material apresenta características refratárias. De outro lado, testes em temperaturas mais baixas, como 950°C e 1000°C, permitem verificar a adequação do material a usos como tijolos, telhas e mesmo produtos onde a porosidade não necessita ser alta, como vasos (onde esta característica é benéfica) ou objetos decorativos que não estão submetidos a umidade constante.

Também inclui a determinação da Com-

posição Mineralógica, através de Análise Química, Difração de Raios X, Microscopia Eletrônica de Varredura, Distribuição Granulométrica e Análise Dilatométrica, que orientarão no uso e nos processos produtivos, indicando possibilidades e restrições das amostras.

Finalmente, mostra como acontece, com as amostras selecionadas, a relação água-argila, através de ensaios para a formulação de massa líquida e de massa plástica, na produção de grês cerâmico aplicado à louça de mesa.

2.1. SELEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

O material estudado é de uma formação geológica do tipo folhelho, de textura muito fina e que, ao ser queimado, apresenta características de grês: baixa porosidade, elevada resistência mecânica e opacidade.

Popularmente, esta argila é conhecida como taguá. BERG & BANDEIRA (1970) realizaram estudos preliminares de amostras do município da Lapa, que indicaram uso cerâmico para estes materiais. Posteriormente, em estudos mineralógicos, BERG & SOUZA

SANTOS (1970) constataram a presença de argilominerais do tipo illita e camadas mistas de illita e montmorilonita associadas à caulinita.

Mais recentemente, LOYOLA & SIEDLECKI (1993) localizaram e ensaiaram algumas amostras destes folhelhos junto à MINEROPAR, e recomendaram que tenham um uso mais nobre dentro do segmento da cerâmica estrutural, em função das excelentes propriedades que apresentaram nos testes realizados.

Estes estudos serviram de base para a pesquisa desta matéria-prima com o objetivo de utilizá-la na confecção de grês para louça de mesa.

Este material é muito abundante, existindo em toda a Bacia do Paraná (figura 2.1), que ocupa a área que vai de São Paulo ao Uruguai, eixo norte-sul, e do Paraná até o Paraguai e a Argentina, no eixo leste-oeste. Ocorre, portanto, em vastas extensões.

Mineralogicamente, pertence ao grupo Itararé, permo carbonífero (280 a 345 milhões de anos) que se divide em três formações, uma das quais a basal, chamada Formação Campo do Tenente, cujas ocorrências superficiais (expostas) apresentam-se como argila castanho-avermelhada, denominada "chocolate-red varvite shale" por DE LO-CZY (1953), com excelentes características e abundância.

Esta formação, até o momento, somente foi mapeada em Santa Catarina e no sul do Paraná. Como seção tipo, indica-se aquela exposta entre os km 74 e 88, entre Curitiba e Mafra, ao longo da rodovia BR-116. Segundo MUHLMANN *et alii* (1974), o material exposto teria uma distribuição geográfica

que vai do estado de Santa Catarina até o sul do município de Ponta Grossa, no Paraná, embora reconheçam a falta de mapeamento mais detalhado. De acordo com estudos da MINEROPAR (1992), a faixa de ocorrência com afloramento vai desde o sul do município de São Bento do Sul, ao norte de Santa Catarina, até o norte do Paraná.

A maneira como este material se forma tem fortes indícios de deposição marinha, realizada mecanicamente por correntes de águas calmas, a certa distância da costa. Os leitos de argila podem ser de consideráveis extensão e espessura e de composição bastante uniforme, embora possam ocorrer variações devido à influência de diferentes correntes. Os blocos presentes, provavelmente, dizem respeito à ação transportadora de geleiras flutuantes (LOYOLA & SIEDLECKI).

O aspecto do folhelho "in natura" é de uma rocha bastante laminada, homogênea, isenta de cimento e com granulometria bastante fina.

Ocorrências localizadas na Lapa pelos pesquisadores da MINEROPAR indicaram maior presença de areia, sendo que o afloramento do mesmo grupo perto do município de Ponta Grossa é o importante arenito de "Vila Velha". Ocorrências no município de Rio Negro indicam propriedades menos atraentes que as do município de Campo do Tenente (figuras 2.2, 2.3).

Na área pesquisada por LOYOLA & SIEDLECKI, o corpo aflorante de maior extensão, na cidade de Campo do Tenente, tem cerca de 4 km por 1,5 km, com avaliação de espessura de cerca de 10 metros, o que representaria uma reserva de aproximadamente 3 000 000 m³.

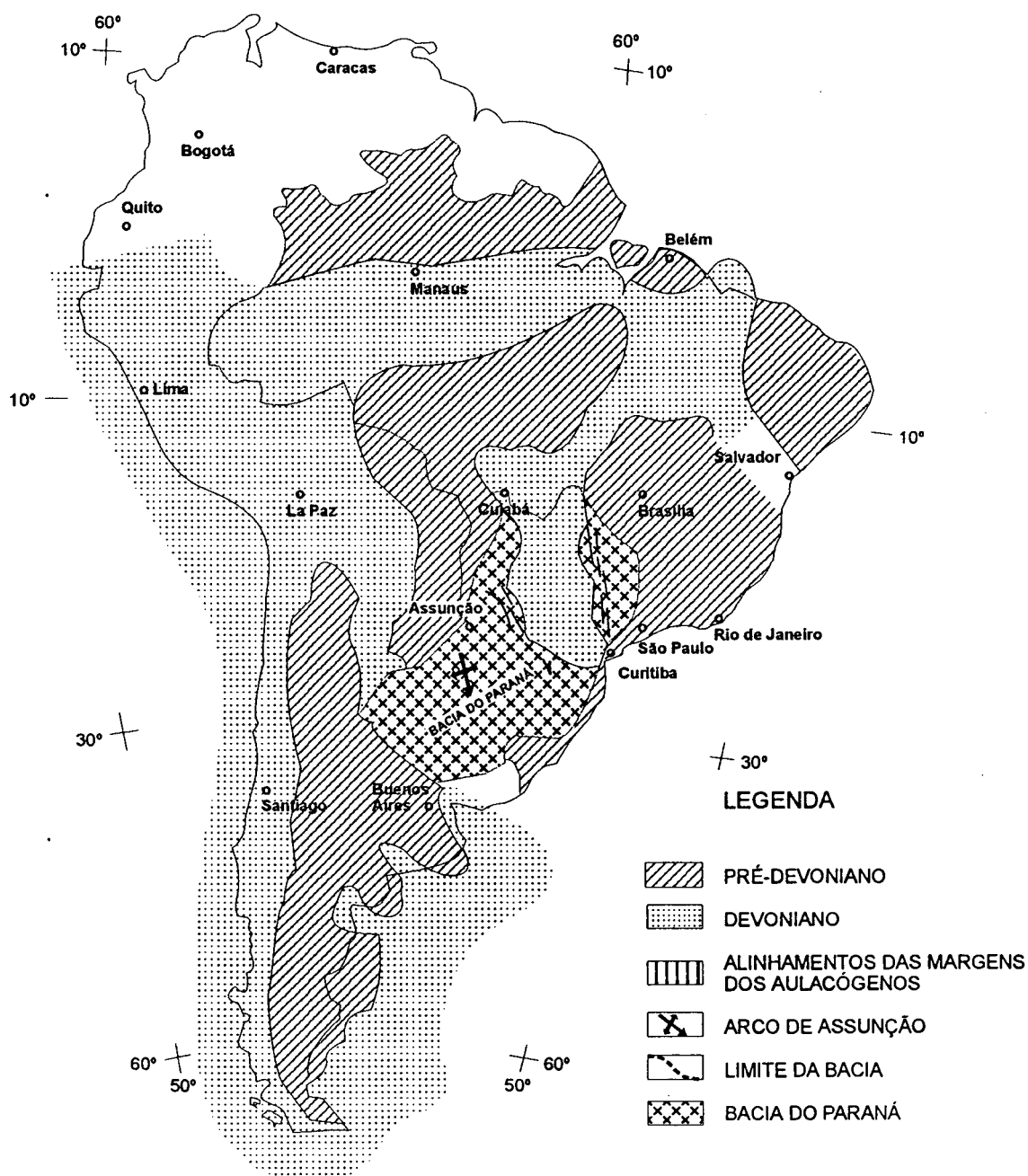


FIGURA 2.1 – Geologia da Bacia do Paraná – Consórcio CESP/IPT, São Paulo, 1982



FIGURA 2.2 – Mapa de localização do Estado do Paraná

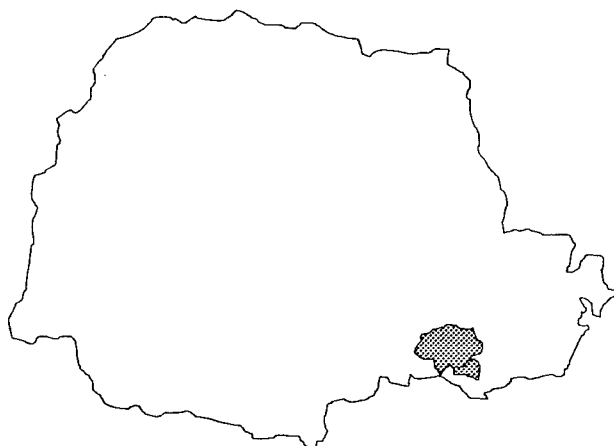


FIGURA 2.3 – Mapa de localização de Campo do Tenente e Lapa, no Estado do Paraná

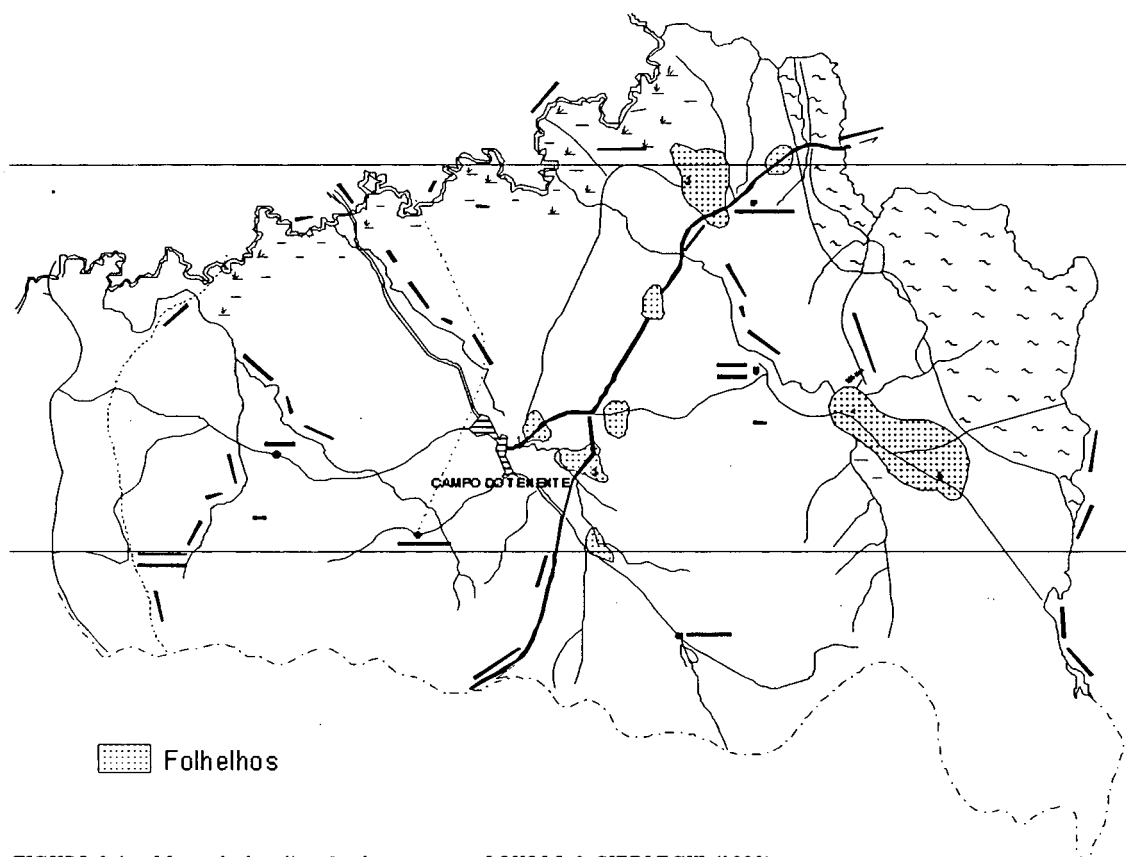


FIGURA 2.4 – Mapa de localização de amostras. LOYOLA & SIEDLECKI (1993)

2.2. COLETA DE AMOSTRAS

Com base no mapeamento realizado por LOYOLA & SIEDLECKI (figura 2.4), foram selecionadas e coletadas três amostras do material: amostra F – V, amostra F – R e amostra F – E. A amostra F – M foi coletada próxima ao município da Lapa, em região denominada Mariental, tendo em vista que apresentava características semelhantes às do material mapeado pelos mesmos autores.

As amostras coletadas foram:

- Amostra F-M (F de Folhelho e M de Mariental), localizada à beira da Rodovia BR-471, na localidade de Mariental, a 9,5 km do trevo da Lapa em direção à Curitiba (figura 2.5). Encontrada em encosta de 3

(três) metros de altura, em camadas de baixa espessura, em cor marrom-avermelhada escura e livre de impurezas ou detritos orgânicos aparentes (figura 2.6);

- Amostra F-V (F de Folhelho e V de Verde, por ser a cor verde a característica mais forte do material), localizada no município de Campo do Tenente, em estrada secundária que conduz para a Fazenda Santa Maria, distante 5 km da entrada principal, conforme figura 2.7. Encontrada em encosta de 3 metros de altura, com aparência de camadas estratificadas irregulares, de coloração verde-claro com pequena incidência de manchas pretas e vermelhas, e livre de impurezas grosseiras;

- Amostra F-R (F de Folhelho e R de Ruí-

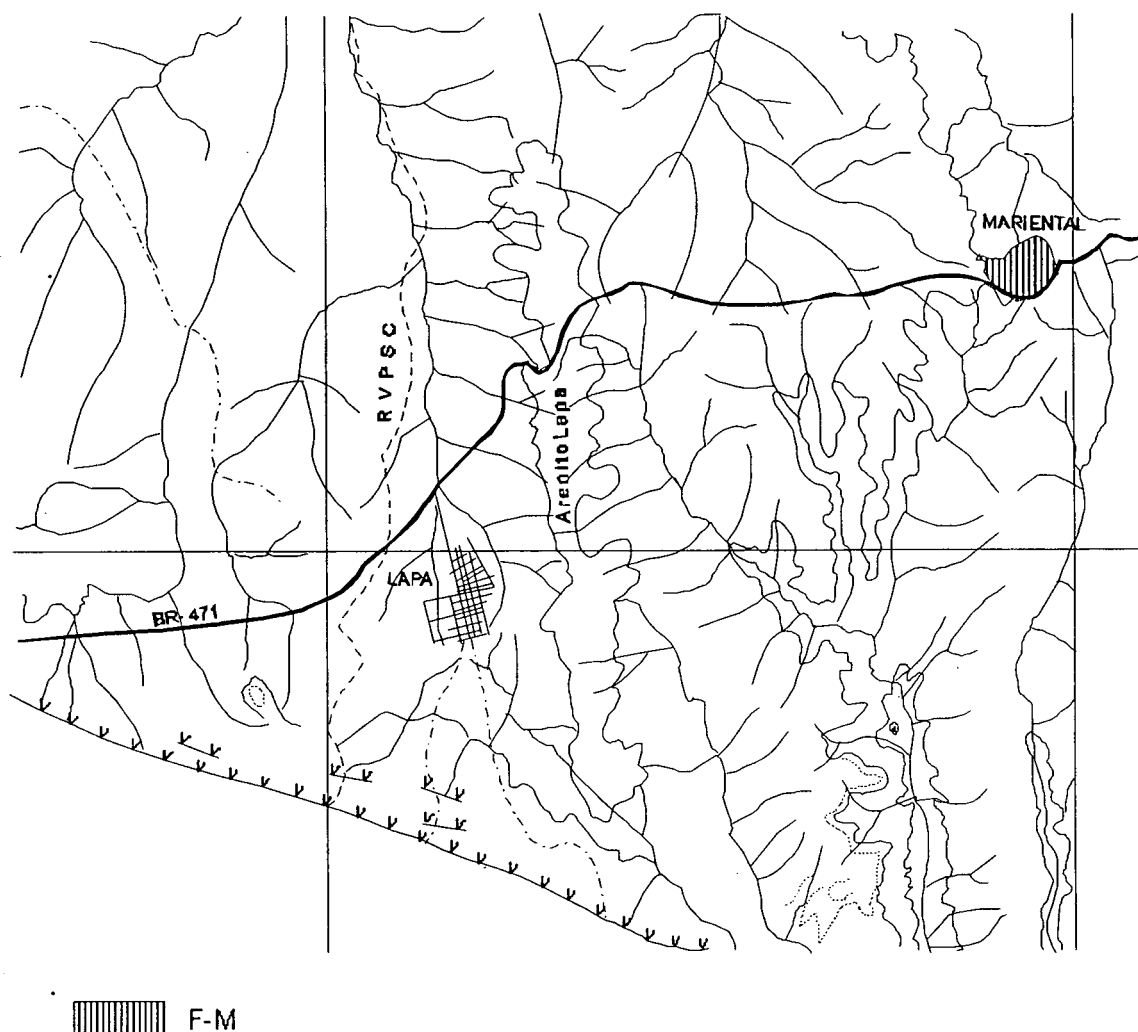


FIGURA 2.5 – Mapa de localização da amostra F - M, Lapa

nas, pela semelhança com ruínas que a estrutura do material apresenta quando depositado), localizada no município de Campo do Tenente, em estrada secundária que conduz para a Fazenda Santa Maria, distante 8 km da entrada principal (figura 2.7). Encontrada em encosta de 3 metros de altura, ao longo de aproximadamente 100 metros da estrada e indicando sua continuidade transversal, com aparência de camadas estratificadas regulares, de coloração marrom-avermel-

lhada intensa, apresentando algumas camadas finas em coloração preta, em camadas de aproximadamente 5 cm umas das outras, e livre de impurezas grosseiras (figura 2.8);

- Amostra F-E (F de Folhelho e E de En-calhe, por estar depositada em uma encosta e também na estrada, "encalhando" diversos veículos quando molhada), no município de Campo do Tenente, em estrada secundária que conduz para a Fa-



FIGURA 2.6 - Amostra F - M (Mariental)

zenda Santa Maria, distante 8,3 km da entrada principal (figura 2.7). Encontrada em encosta de 2 metros de altura, com vala lateral de aproximadamente 1,5m de profundidade, inclusive no próprio leito da estrada, com aparência de camadas estratificadas irregulares, mais finas, de coloração marrom-avermelhada, com baixíssima incidência de manchas pretas, e livre de impurezas grosseiras (figura 2.9).

Cabe ressaltar que os nomes foram atribuídos buscando uma relação por associação

rápida que remete quem trabalha com as amostras diretamente ao lugar da coleta, ao invés de trabalhar apenas com letras em ordem alfabética, destituídas de significado. Este procedimento é adotado porque facilita o trabalho.

Uma característica comum a todas as amostras coletadas é a deposição em camadas e a apresentação bastante limpa livre de impurezas ou detritos orgânicos aparentes. Seu preparo é fácil, pois dispensa processos de limpeza e lavagem.

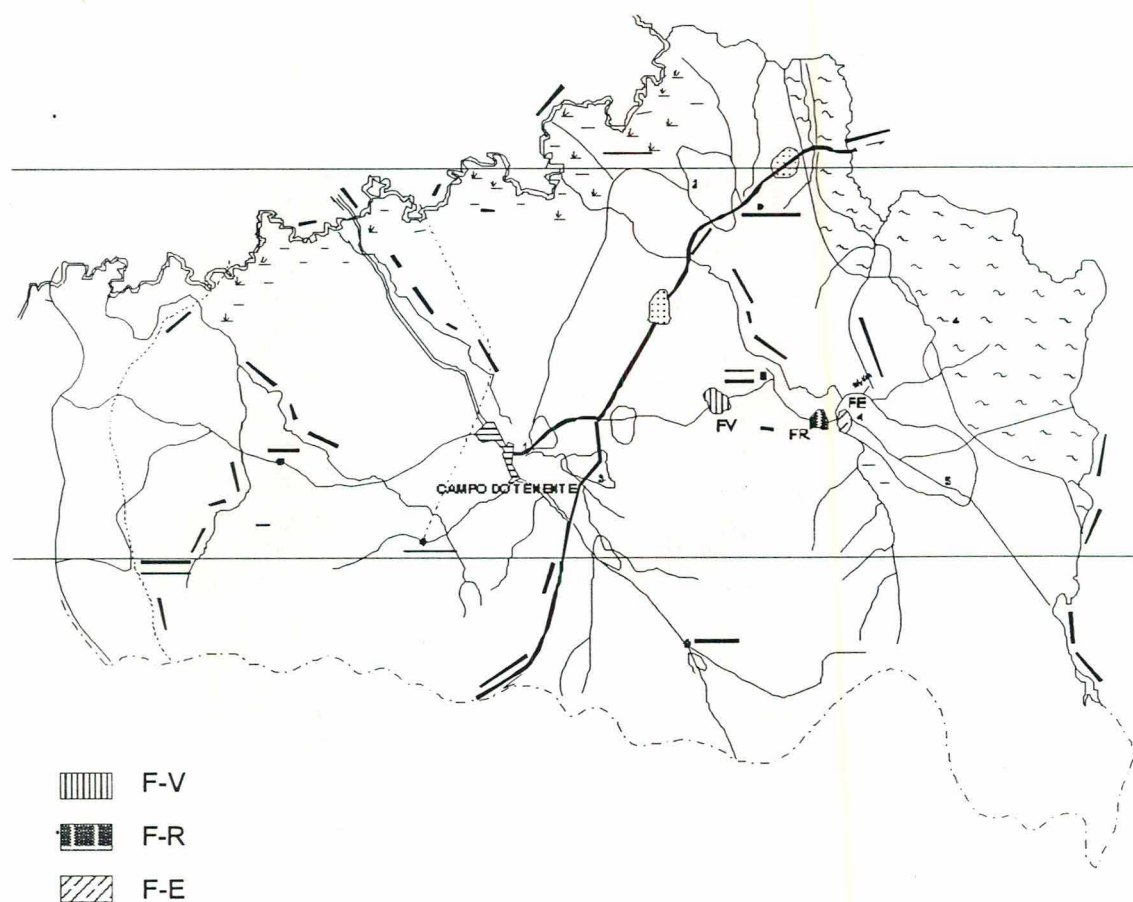


FIGURA 2.7 – Mapa de localização de folhelho, Amostra F-V, Amostra F-R e Amostra F-E, Campo do Tenente



FIGURA 2.8 - Amostra F - R (ruínas)



FIGURA 2.9 - Amostra F - E (encalhe)

2.3. ENSAIOS PRELIMINARES

2.3.1. MATERIAIS

Todas as quatro amostras coletadas foram submetidas a ensaios cerâmicos preliminares, a partir de corpos de prova.

2.3.2. MÉTODOS

As amostras foram secadas em estufa por 12 horas, homogeneizadas e quarteadas. Submetidas à cominuição (redução do tamanho das partículas), moídas a seco em moinho de bola, passadas em peneiras malha 45 (abertura de 0,355 mm) e, posteriormente, em peneiras malha 80 (abertura de 0,8 mm), que corresponde à granulometria usual da prensagem industrial de massas cerâmicas semi-secas.

Em seguida, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos etiquetados. Feita novamente a quarteação (homogeneização por quartos), foram pesadas quantidades de 300 gramas e adicionados 3,3% de água para permitir agregação na prensagem. As amostras foram pesadas e moldadas por prensagem a 200 kgf/cm², em moldes de aço, ficando os corpos de prova com dimensões de 60 x 20 x 5 mm, a partir do pó obtido. Os corpos de prova foram identificados com letra previamente definida e numerados.

Estes corpos de prova foram secados em estufa a 110°C, por 12 horas e queimados a 1000°C, 1050°C e 1100°C, posteriormente, a 950°C e 1250°C, com tempo de queima em torno de 10 horas, seguindo uma curva padrão. Depois, foram submetidos a ensaios, conforme procedimentos utilizados pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, conforme citado por BERG (1970). Os ensaios preliminares verificaram: absorção de água, AA; densidade aparente, DA; porosidade aparente, PA; perda ao fogo, PF; retração total, RT; módulo de ruptura ou tensão de ruptura à flexão, MR; além da cor que o material apresenta após a queima, registrada através da escala PANTONE.

2.3.3. RESULTADOS

Nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5 encontram-se os resultados obtidos com cinco corpos de prova de cada amostra nos ensaios preliminares de: absorção de água, AA; densidade aparente, DA; porosidade aparente, PA; perda ao fogo, PF; retração total, RT; módulo de ruptura ou tensão de ruptura à flexão, MR; além da cor que o material apresenta após a queima, registrada através da escala PANTONE. As temperaturas de queima foram de 950°C, 1000°C, 1050°C, 1100°C e 1250°C.

TABELA 2.1 – Características cerâmicas dos corpo de prova após queima a 950°C

Amostra	RT (%)	MR (MPa)	MR (kgf/cm ²)	AA (%)	DA (g/cm ²)	PF (%)	Cor (Pantone)
F-M	5,5	13,23	135	18,3	1,84	9,65	167 U
F-V	1,9	4,78	48,8	18,7	1,77	7,33	138 U
F-E	4,0	8,63	88	19,5	1,80	9,59	1595 U
F-R	7,3	14,51	148	15,2	1,94	9,14	1595 U

TABELA 2.2 – Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1000°C

Amostra	RT (%)	MR (MPa)	MR (kgf/cm ²)	AA (%)	DA (g/cm ²)	PF (%)	Cor (Pantone)
F-M	13,5	24,71	252	6,9	2,29	10,90	167 U
F-V	7,5	24,81	253	11,5	2,03	7,81	145 U
F-E	12,7	28,05	286	6,6	2,32	10,92	167 U
F-R	13,5	41,28	421	5,2	2,37	10,25	167 U

TABELA 2.3 – Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1050°C

Amostra	RT (%)	MR (MPa)	MR (kgf/cm ²)	AA (%)	DA (g/cm ²)	PF (%)	Cor (Pantone)
F-M	16,9	56,09	572	0,5	2,64	9,83	1675 U
F-V	12,6	42,26	431	3,2	2,38	8,25	167 U
F-E	16,5	59,43	606	0,3	2,66	10,87	1675 U
F-R	16,8	55,31	564	0,5	2,65	10,12	1675 U

TABELA 2.4 – Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1100°C

Amostra	RT (%)	MR (MPa)	MR (kgf/cm ²)	AA (%)	DA (g/cm ²)	PF (%)	Cor (Pantone)
F-M	17,5	77,77	793	0,1	2,65	10,04	174 U
F-V	13,8	79,53	811	1,7	2,47	8,42	160 U
F-E	16,6	59,92	611	0,3	2,68	10,79	174 U
F-R	16,6	95,52	974	0,0	2,70	10,27	174 U

TABELA 2.5 – Características cerâmicas dos corpos de prova após queima a 1250°C

Amostra	RT (%)	MR (MPa)	MR (kgf/cm ²)	AA (%)	DA (g/cm ²)	PF (%)	Cor (Pantone)
F-M	14,4	58,94	601	0,4	2,49	10,25	1817 U
F-V	10,0	48,84	498	0,1	2,27	7,71	1817 U
F-E	14,9	64,13	654	0,2	2,63	10,61	1817 U
F-R	14,4	62,76	640	0,2	2,56	9,98	1817 U

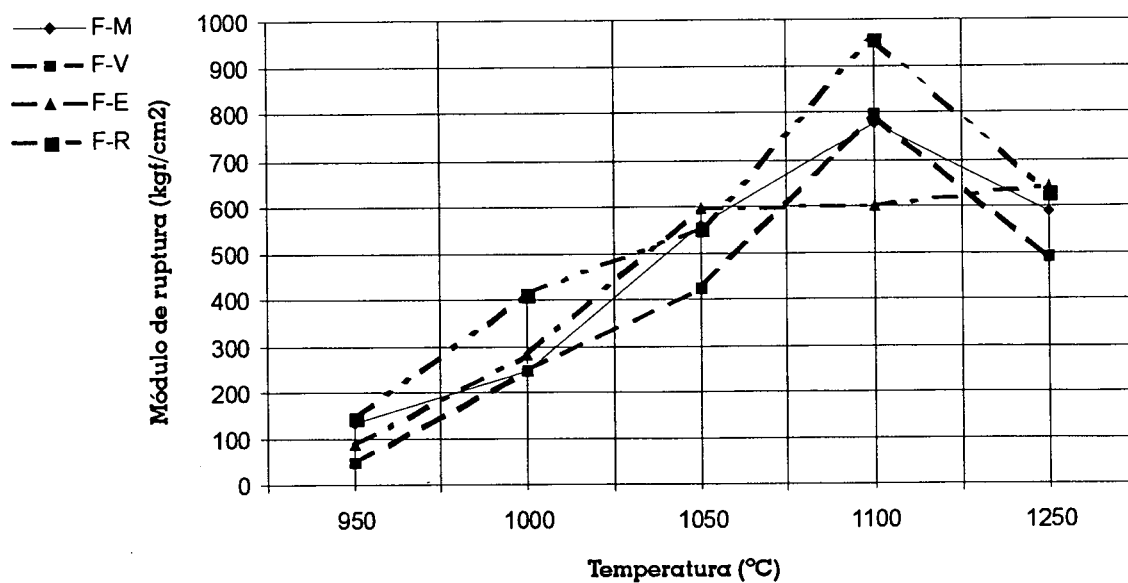


FIGURA 2.10 - Gráfico MR e Temperatura

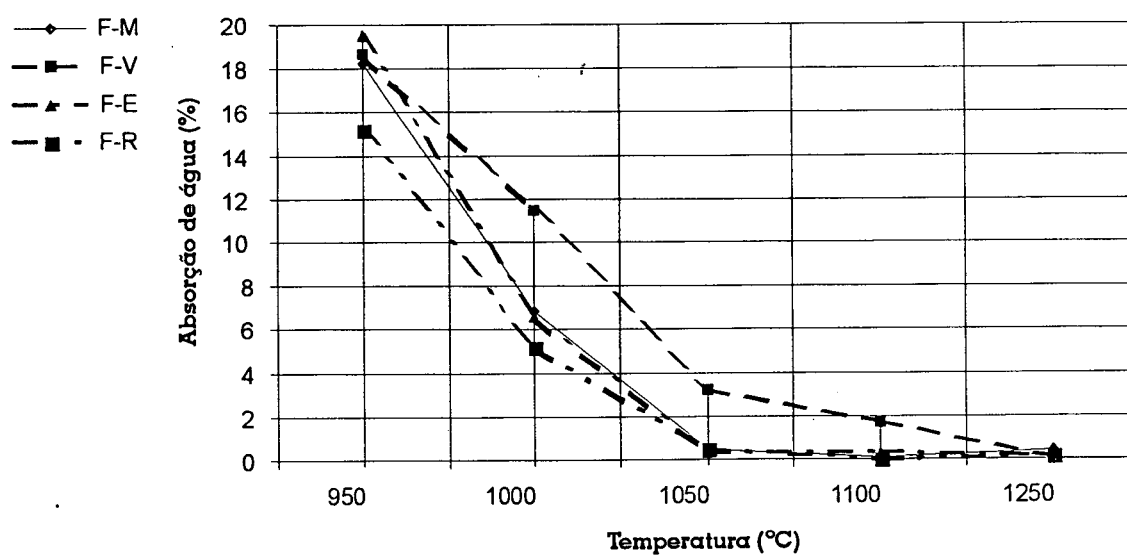


FIGURA 2.11 - Gráfico AA e Temperatura

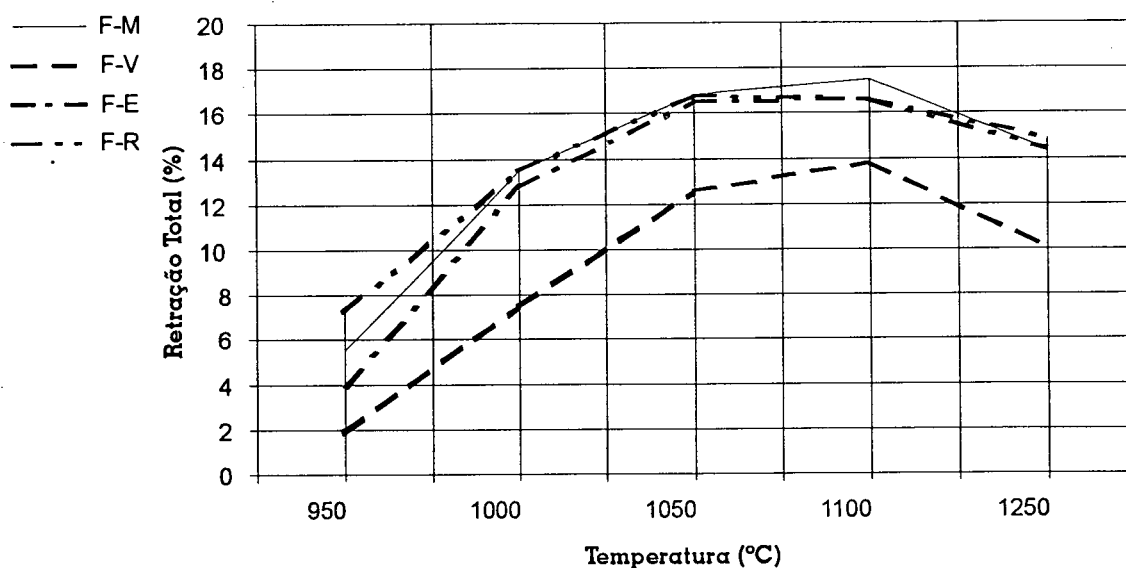


FIGURA 2.12 - Gráfico RT e Temperatura

2.3.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Estes ensaios permitiram verificar que as amostras estudadas apresentam características que indicam as possibilidades de uso em grês para louça de mesa. A porosidade do material para confecção de louça de mesa deve ser baixa, indicada pela AA. As amostras apresentaram baixa porosidade. A resistência mecânica deve ser alta, pois indica a resistência durante o uso, e é dada pelo MR. As amostras apresentaram MR elevado, indicando que são resistentes.

As diversas temperaturas de queima indicam a que temperatura o material apresenta melhores características, bem como a amplitude da faixa de queima a que pode ser submetido.

Uma característica desfavorável a todas as amostras foi a contração elevada, aproximadamente 16%, próxima à da porcelana,

o que recomenda verificação em processos cuja presença de água seja alta. Também apresenta algumas deformações que deverão ser analisadas para revelar sua origem e determinar futuras correções.

A faixa de temperatura é bastante ampla, sendo que duas amostras, F-R e F-M, apresentam características superiores desde a faixa de 950°C até 1100°C, com alguma perda de resistência mecânica a 1250°C. Nesta temperatura apresentam expansão verificada pelo aspecto e dimensionamento dos corpos de prova após a queima.

Os resultados das queimas realizadas a 1450°C não foram considerados, porque as amostras apresentaram superqueima, ou seja, quase fundiram, deformando-se muito.

Cabe ressaltar que as amostras apresentam baixo custo de obtenção, baixo custo

de preparação e baixo custo de queima, podendo ser queimadas a 1000°C, 1050°C e 1100°C, dependendo do grau de sinterização ou resistência mecânica desejada, bem como da utilização prevista.

A cor após a queima é vermelho-terra, e nela poderão ser explorados alguns efeitos de acabamento.

Tradicionalmente, os produtos cerâmicos são inicialmente queimados à temperatura em torno de 800°C para perda de água e transformação química e também para aumentar sua resistência à manipulação, facilitando a aplicação do vidrado. Esta queima é chamada de "queima do biscoito". Posteriormente recebem o vidrado e sofrem uma segunda queima. O custo de duas queimas é alto, levando ao desenvolvimento de tecnologia que permite monoqueima (queima única com o produto vidrado e decorado a cru).

Esta possibilidade poderá ser verificada, nas amostras selecionadas, em estudos posteriores. Neste estudo foi adotada a biqueima como princípio, embora testes de resistência mecânica a cru e algumas monoqueimas realizadas indiquem sua viabilidade.

2.3.5. CONCLUSÃO

Conforme pode ser verificado, nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, e nas figuras 2.10, 2.11 e 2.12, duas amostras, F-R e F-M, apresentaram características superiores. A resistência mecânica, MR, apresenta-se próxima de 900kgf/cm², a 1100°C.

Também apresentaram baixa absorção de água, AA (praticamente nula a 1100°C).

Estes resultados levaram a previamente apontá-las para uso neste projeto. Entretanto, sua retração, RT, é elevada, próxima a 17% com massa seca, o que exigirá cuidados especiais de manipulação.

2.4 IDENTIFICAÇÃO MINERALÓGICA DAS ARGILAS

2.4.1. ANÁLISE QUÍMICA

A análise química foi realizada no Laboratório Geolab – Geosol – Geologia e Sondagens Ltda., em Belo Horizonte, MG, considerado de alto nível em virtude dos equipamentos disponíveis.

As determinações usuais são: umidade, perda ao fogo, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, FeO, MgO, Na₂O, K₂O, Cu, Mn, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e identificação de cátions trocáveis (ver: SOUZA SANTOS, 1989).

A análise química fornece dados fundamentais de grande utilidade industrial e científica, apesar de não permitir uma avaliação completa da composição mineralógica e das propriedades físico-químicas e tecnológicas da argila.

Além dos argilominerais, uma argila geralmente pode conter como impurezas: quartzo, micas, óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, matéria orgânica e compostos químicos não-cristalinos ou amorfos, sendo de grande importância conhecer as respectivas porcentagens presentes.

2.4.1.1. Método da análise química

A análise química foi realizada utilizando metodologia de uso corrente. Os elementos Si, Al, Fe, Ti, Ca, Mg e K foram dosados por

fluorescência de RX após fusão das amostras com $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (tetraborato de Cítio). O Na_2O foi dosado por absorção atômica após solubilização total da amostra. Para perda ao fogo, foi feita calcinação a 1000°C até peso constante.

2.4.1.2. Resultados

Os resultados de análise química para a amostra F-M e amostra F-R podem ser verificados na tabela 2.6.

TABELA 2.6 – Análise Química

Elemento	F-RUINAS	F-MARIENTAL
SiO_2 [%]	49,5	51,3
Al_2O_3 [%]	23,4	21,8
Fe_2O_3 [%]	11,6	11,3
TiO_2 [%]	0,85	0,84
CaO [%]	0,07	0,10
MgO [%]	1,7	1,8
Na_2O [%]	0,07	0,08
K_2O [%]	5,3	4,8
PF. [%]	7,28	7,42

2.4.1.3. Discussão dos resultados

O conteúdo de sílica (SiO_2), obtido através de análise química é devido a silicatos e à sílica livre. A sílica livre causa redução, não somente da plasticidade, mas também da retração linear. Os valores encontrados na análise química das amostras F-M e F-R estão dentro das faixas normalmente encontradas para folhelhos argilosos.

O alumínio (Al_2O_3) existente nas argilas está em sua maior parte combinado, formando os argilominerais, geralmente illita, caulinita e/ou montmorilonita. A quantidade detectada nas duas argilas é baixa em relação àquelas que se caracterizam como refratárias ou com alto ponto de vitrificação.

O ferro e óxido de ferro (Fe_2O_3 e FeO) podem estar presentes através dos minerais hematita, magnetita, limonita, lepidocrocita,

goetita e pirita. Seu efeito é traduzido na coloração da argila após a queima e na redução da refratariedade. Em argilas ricas em illita ou nontronita, o ferro faz parte do reticulado cristalino, formando vidros com mais facilidade e dando origem a cores vermelhas de tonalidades vivas ou brilhantes, de interesse nos ladrilhos para piso, por exemplo. Estas cores podem ser mais escuras quando for feita queima em atmosfera redutora. A quantidade encontrada nas argilas estudadas é elevada, o que justifica as cores após queima (tom marrom-avermelhado intenso).

Os óxidos de cálcio e de magnésio (CaO e MgO) são agentes fundentes e tendem a baixar a refratariedade das argilas. Nas argilas estudadas, o teor de MgO é relativamente alto, o que pode indicar a presença de montmorilonita.

O óxido de sódio e de potássio (Na_2O e K_2O) encontrados em argilas são quase que totalmente devidos a feldspatos, ilitas, micas ou cátions trocáveis. São agentes fundentes. Os taguás, argilas ou folhelhos argilosos de origem sedimentar apresentam elevados teores de K_2O e de Fe_2O_3 , porque têm em sua composição argilominerais iliticos e de camadas mistas ilita-montmorilonita.

2.4.1.4. Conclusão

As amostras F-M e F-R apresentam elevados teores de óxido de ferro, o que indica cores vermelhas após a queima, e de óxido de potássio, que indica presença de argilominerais do grupo das hidromicas, que levam à baixa fusibilidade.

2.4.2. DIFRAÇÃO DE RAIOS X

A produção de raios X está associada à perda de energia de elétrons. Os raios X são radiações eletromagnéticas da mesma natureza das radiações que compõem a luz branca visível ao olho humano, porém a quantidade de energia necessária para produzir um *quantum* de raios X é muito maior que aquela para produzir um *quantum* de luz visível.

Os comprimentos de onda de raios X são cerca de 1000 vezes menores que os comprimentos de onda da luz visível, daí resultarem grandes diferenças nas propriedades dos dois tipos de radiação.

A luz branca pode ser analisada em um espectro de cores, cada cor correspondendo a um determinado comprimento de onda ou frequência de radiação eletromagnética, ou seja, o espectro da luz bran-

ca consiste em um conjunto de comprimentos de onda que variam de um extremo a outro do espectro. A maior parte da radiação emitida por um tubo ou uma válvula de raios X tem propriedades análogas e, por analogia, é chamada "radiação branca".

O método de difração de raios X, em relação a outros métodos físicos, como a análise térmica diferencial ou a análise química, tem a vantagem de o difratograma apresentar um número grande de picos, o que facilita a identificação de composição mineralógica, principalmente no caso de misturas, onde pode haver superposição de alguns picos, mas nunca de todos (exceto em estruturas cristalinas muito próximas, como a haloisita e a caulinita). Assim, não há alteração da posição dos picos em relação à mistura, como ocorre na análise térmica diferencial.

Os problemas ou dificuldades encontrados para o uso desta análise devem-se muitas vezes à granulometria muito fina da argila, que dificulta a orientação preferencial, ao baixo grau de cristalinidade e à presença de teores elevados de compostos de ferro.

2.4.2.1. Método da difração de raios X

Internamente, em um tubo de raios X, um filamento metálico é aquecido por uma corrente elétrica. Pelo aquecimento por uma pequena diferença de potencial, o filamento emite elétrons que são acelerados até energias elevadas. Os elétrons atravessam o tubo e atingem um alvo. Os átomos deste alvo metálico adsorvem a energia dos elétrons e reemitem essa energia como radiação X. Os raios X que

escapam do tubo através de uma janela podem então ser utilizados para estudos cristalográficos.

A câmara de difração de pó é um cilindro oco metálico que é fixado próximo à janela de um tubo de raios X. Um feixe de raios X de comprimento de onda conhecido é produzido no tubo de raios X e passa pelo material em forma de pó fino (passado em peneira malha 200) colocado em um tubo capilar de vidro. Cada grupo de planos cristalinos irá difratar os raios X em um ângulo diferente. Um instrumento de registro gráfico automático, chamado difratógrafo ou difratômetro de raios X, registra graficamente, em posição e intensidade, os ângulos θ e as difrações correspondentes, em papel registrador. Desta forma, o difratograma de pó de um material pode ser traduzido em uma tabela, geralmente de três colunas: a primeira com distância interplanar δ em angstroms; a segunda, com a intensidade relativa $I/I_0 \times 100$; a terceira, que só é possível quando a estrutura do cristal (que são os planos cristalinos do cristal) é conhecida, vem indicada pelos índices de Miller (SOUZA SANTOS, 1989).

A *American Society for Testing Materials* (ASTM) possui um sistema de cartões, simples ou perfurados, ou um livro, em que são registrados os dados da maior parte das substâncias cristalinas conhecidas. Cada cartão é caracterizado pelas três ou seis reflexões mais intensas, com as respectivas distâncias interplanares, em ordem decrescente, e todas as outras reflexões.

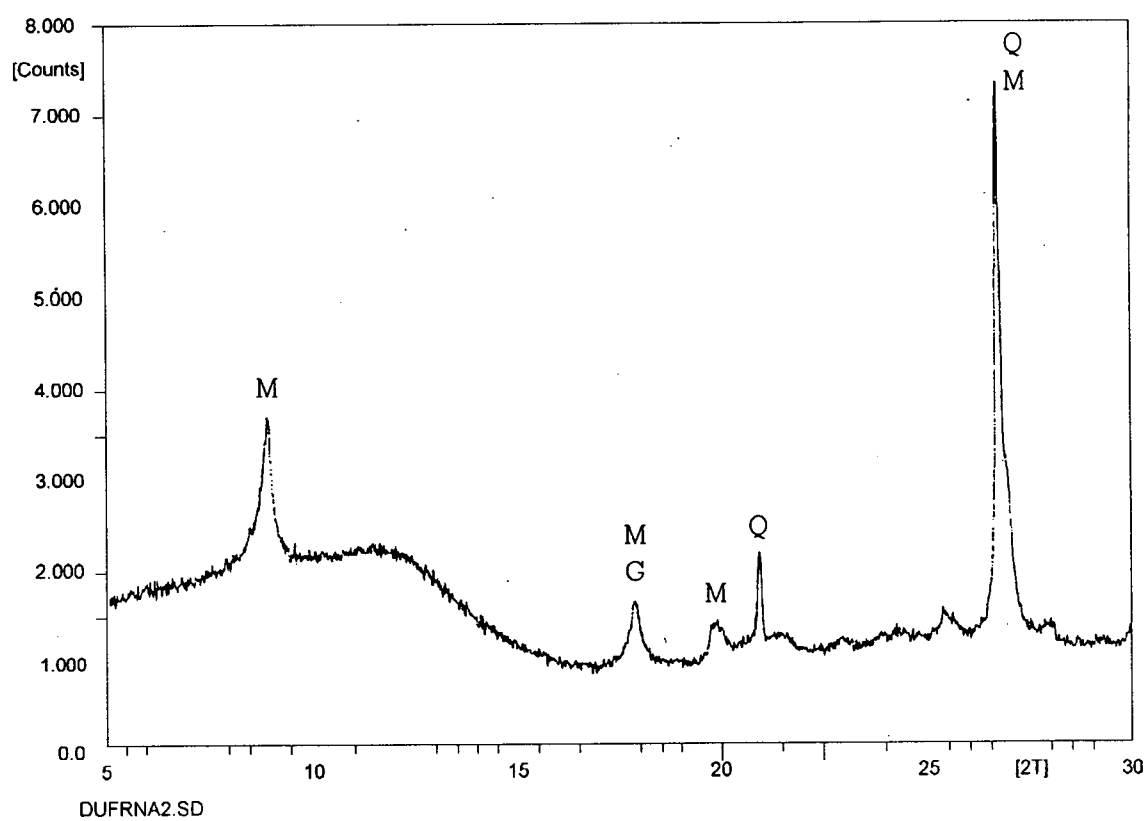
A classificação e identificação é feita com base nas reflexões basais, e os argilomineais são divididos nos seguintes grupos: a) grupo de 7 Å; b) minerais de 9,3 Å; c) grupo de 10-11 Å; d) grupo de 12-15 Å; e) minerais de distâncias interplanares grandes; f) misturas de grupos (ver: SOUZA SANTOS).

2.4.2.2. Resultados

As figuras 2.13, 2.14 e 2.15 mostram os resultados obtidos na difração de raios X para a amostra F-R, e as figuras 2.16, 2.17 e 2.18, mostram os resultados obtidos na difração de raios X para a amostra F-M.

Sample identification: DULCE/FR RUINAS - NATURAL

29 - MAR - 1996 - 9:22



M - mica
G - gaitita
Q - quartzo

FIGURA 2.13 - F-R natural (continua...)

DI FILE:

Sample identification: DULCE/FR RUINAS/1

DI file name: DUFRRUI1.DI

Input file name: DUFRRUI1

Start angle: [° 2 θ]: 5.000

End angle: [° 2 θ]: 60.000

Maximum d-value: [Å]: 17.65958

Minimum d-value: [Å]: 1.54060

Maximum number of counts: 3758

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2 θ]	d-value a1 [Å]	d-value a2 [Å]	T.width [° 2 θ]	Height [counts]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [%]	Signif.
8.860	9.97267 M	9.99721	0.100	841	1076	22.4	1.96
12.200 K	7.24892	7.26676	0.480	62	870	1.7	0.99
17.750	4.99289 M	5.00518	0.240	269	571	7.2	4.06
19.675 K	4.50852 M	4.51961	0.080	437	566	11.6	0.76
20.830	4.26106 Q	4.27154	0.080	812	562	21.6	2.67
21.315	4.16519	4.17543	0.400	202	562	5.4	1.17
22.840	3.89041	3.89998	0.320	149	557	4.0	1.43
23.765	3.74104	3.75024	0.240	196	557	5.2	0.93
25.350	3.51061	3.51925	0.400	269	552	7.2	3.17
26.620	3.34594 QM	3.35417	0.100	3758	552	100.0	11.46
27.870	3.19864	3.20651	0.160	256	548	6.8	0.84
29.900	2.95894	2.99328	0.320	190	543	5.1	3.24
31.230	2.86174 M	2.86878	0.200	154	543	4.1	1.01
32.040	2.79122	2.79808	0.240	125	538	3.3	2.08
33.130	2.70183 H	2.70848	0.160	240	538	6.4	1.46
34.830	2.57375 M	2.58008	0.140	449	534	12.0	1.54
35.640	2.51709 H	2.52329	0.160	207	534	5.5	0.82
36.510	2.45908 QG	2.46513	0.080	331	529	8.8	1.14
37.680	2.38537	2.39124	0.400	174	529	4.6	1.70
39.435	2.28316 Q	2.28878	0.080	243	524	6.5	1.13
40.275	2.23746 Q	2.24296	0.160	146	524	3.9	0.99
42.415	2.12939 Q	2.13463	0.080	240	520	6.4	1.37
45.500	1.99193 M	1.99683	0.200	262	515	7.0	1.50
50.120	1.81860 Q	1.82308	0.060	376	493	10.0	1.00
53.945	1.69833 H	1.70251	0.400	135	497	3.6	1.41
54.890	1.67131 Q	1.67542	0.240	144	497	3.8	1.28
57.575	1.59958 Q	1.60352	0.480	40	502	1.1	0.92

Q – quartzo

M – mica

H – hematita

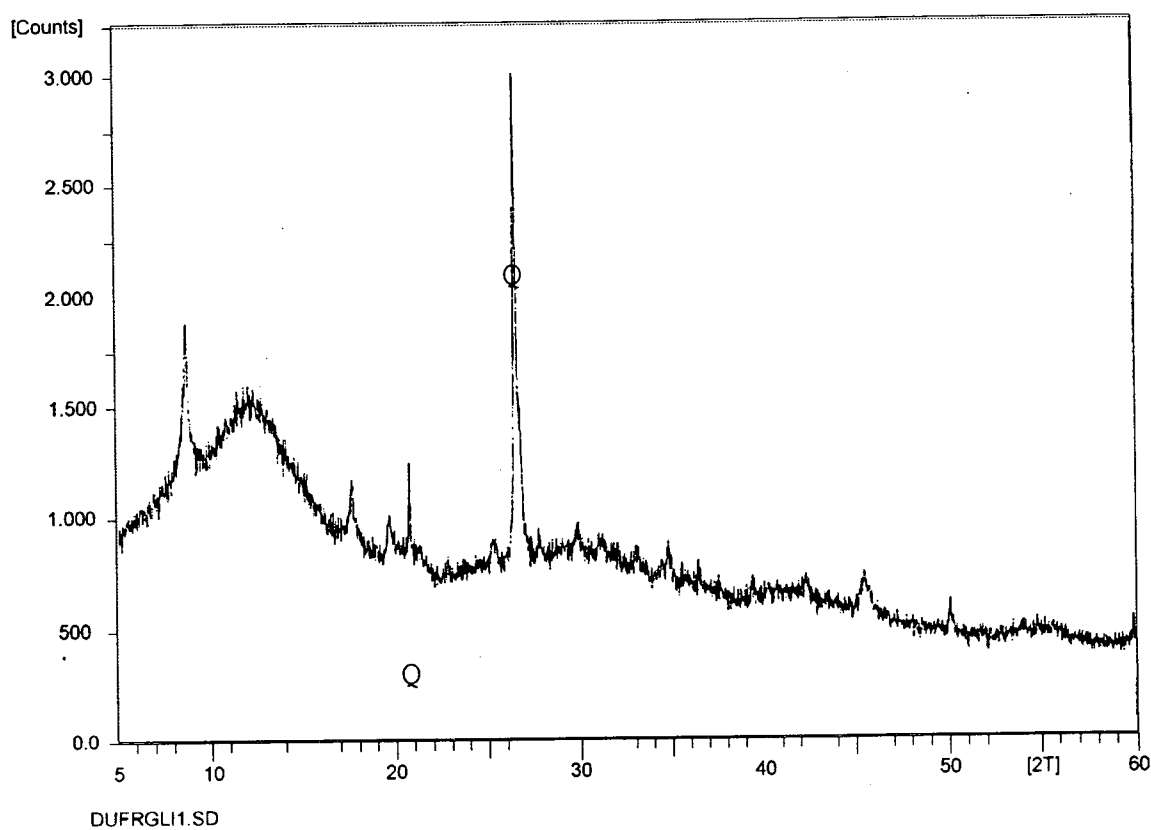
K – kaolinita

G – gaitita

FIGURA 2.13 – FR natural (final)

Sample identification: DULCE/FR RUINAS - GLICOLADA

29 - MAR - 1996 - 9:25



Q - quartzo

FIGURA 2.14 - F.R glicolada (continua...)

DI FILE:

Sample identification: DULCE/FR RUINAS/

GLI1

DI file name: DUFRGLI1.DI

Input file name: DUFRGLI1

Start angle: [° 2 θ]: 5.000

End angle: [° 2 θ]: 60.000

Maximum d-value: [Å]: 17.65958

Minimum d-value: [Å]: 1.54060

Maximum number of counts: 2323

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2 θ]	d-value a1 [Å]	d-value a2 [Å]	T.width [° 2 θ]	Height [counts]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [%]	Signif.
8.705	10.14989 M	10.17486	0.140	576	1197	24.8	3.74
17.675	5.01391	5.02624	0.120	246	900	10.6	2.89
19.635	4.51761	4.52872	0.160	161	824	6.9	0.97
20.750	4.27731 Q	4.28783	0.060	462	790	19.9	0.89
22.770	3.90222	3.91181	0.240	48	734	2.0	0.77
25.295	3.51812	3.52677	0.240	164	718	7.1	2.51
26.525	3.35770 Q	3.36596	0.100	2323	708	100.0	8.68
27.760	3.21107	3.21897	0.200	182	697	7.8	0.90
29.775	2.99819	3.00556	0.320	253	681	10.9	1.35
31.060	2.87701	2.88409	0.400	202	671	8.7	1.46
33.085	2.70540	2.71206	0.160	172	650	7.4	1.14
34.765	2.57842	2.58476	0.160	199	640	8.6	1.20
36.480	2.46104	2.46709	0.160	86	625	3.7	1.13
39.400	2.28511	2.29073	0.200	64	605	2.8	1.06
42.295	2.13515	2.14041	0.160	110	590	4.7	0.78
45.375	1.99712	2.00204	0.400	149	543	6.4	2.63
50.015	1.82217	1.82666	0.160	123	449	5.3	1.24
53.940	1.69848	1.70266	0.320	53	420	2.3	0.80
55.495	1.65451	1.65858	0.960	38	416	1.7	1.20

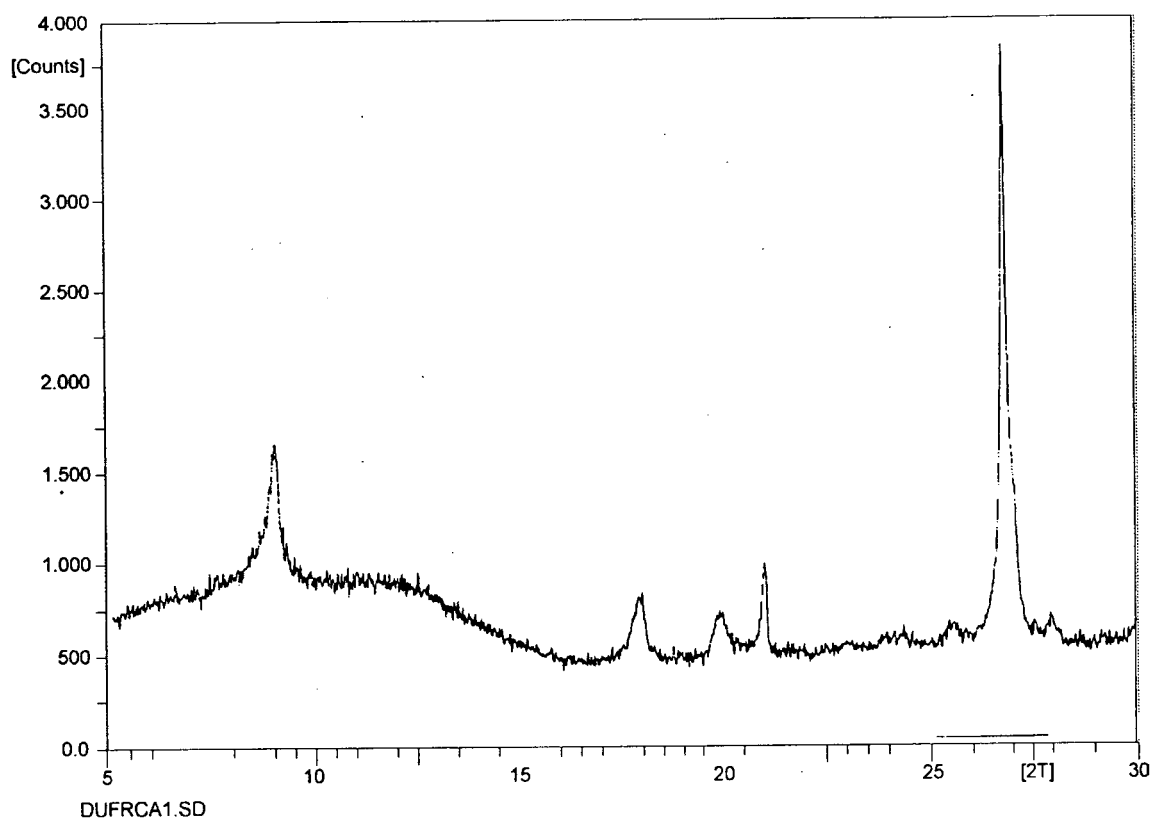
M – mica

Q – quartzo

FIGURA 2.14 - F-R glicolada (final)

Sample identification: DULCE/FR RUINAS - CALCINADA

29 - MAR - 1996 - 9:26



DI FILE:

Sample identification: DULCE/FR RUINAS-CALC

DI file name: DUFRCA1.DI

Input file name: DUFRCA1

Start angle: [° 2θ]: 5.000

End angle: [° 2θ]: 30.000

Maximum d-value: [Å]: 17.65958

Minimum d-value: [Å]: 2.97621

Maximum number of counts: 3318

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2θ]	d-value	d-value a1 [Å]	T.width a2 [Å]	Height [° 2θ]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [counts]	Signif. [%]
9.060	9.75297 M	9.77696	0.160	671	900	20.2	4.93
17.935	4.94181	4.95396	0.240	324	462	9.8	4.75
19.890	4.46026	4.47124	0.280	222	471	6.7	4.02
21.015	4.22396 Q	4.23436	0.100	471	475	14.2	3.72
24.125	3.68602	3.69509	0.640	61	497	1.8	1.40
25.585	3.47890	3.48745	0.280	119	502	3.6	1.99
26.785	3.32570 Q	3.33388	0.100	3318	506	100.0	10.39
27.560	3.23391	3.24187	0.100	114	511	3.5	0.83
27.960	3.18855	3.19639	0.160	149	511	4.5	0.88

M - mica

Q - quartzo

FIGURA 2.15 - F-R calcinada

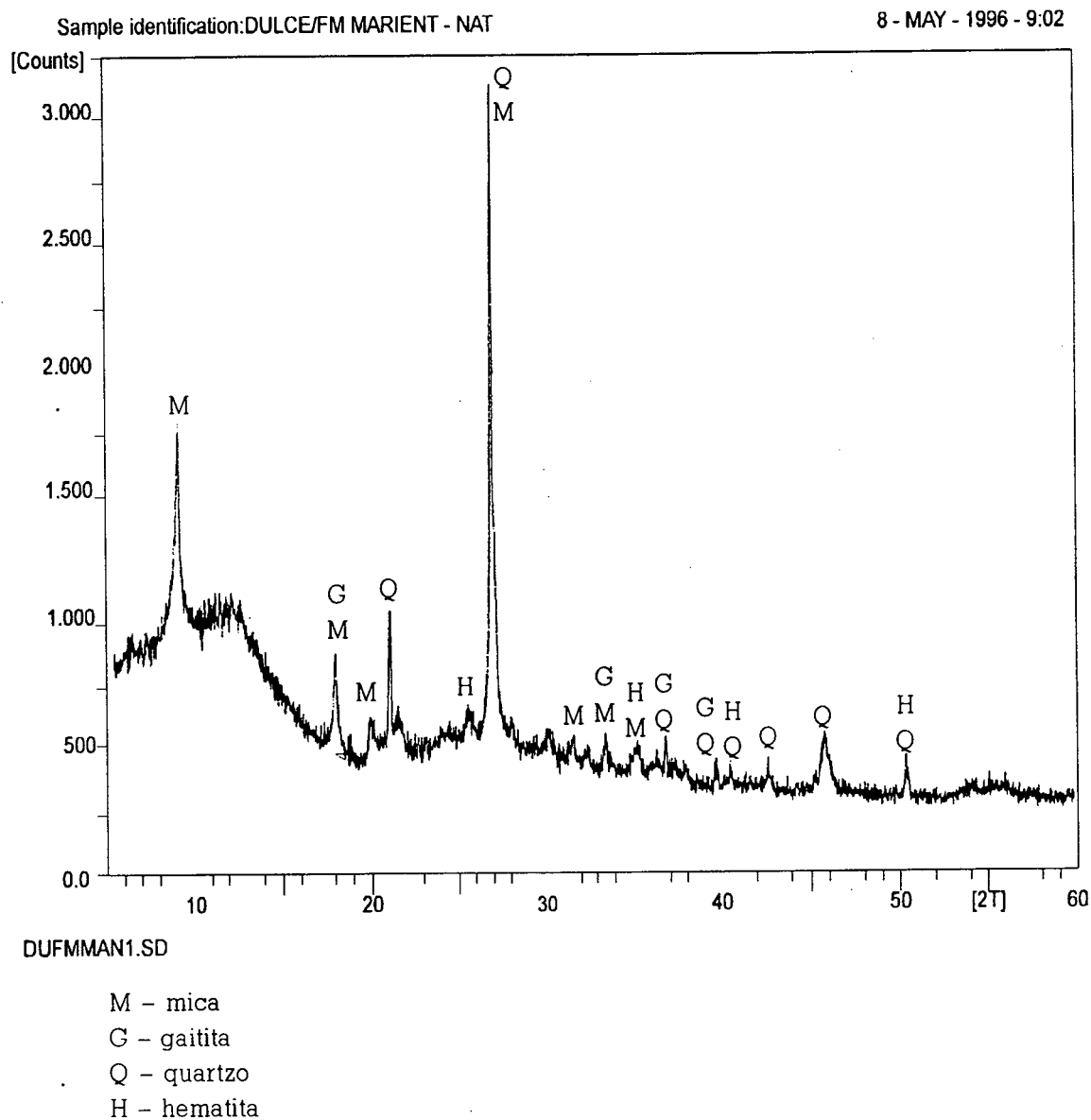


FIGURA 2.16 - F-M natural (continua...)

DI FILE:

Sample identification: DULCE/FM MARIENT-NAT

DI file name: DUFMMAN1.DI

Input file name: DUFMMAN1

Start angle: [° 2 θ]: 5.010

End angle: [° 2 θ]: 59.990

Maximum d-value: [Å]: 17.62435

Minimum d-value: [Å]: 1.54083

Maximum number of counts: 2735

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2 θ]	d-value a1 [Å]	d-value a2 [Å]	T.width [° 2 θ]	Height [counts]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [%]	Signif.
6.185	14.27854	14.31366	0.640	52	841	1.9	0.88
8.980	9.83968 M	9.86388	0.160	841	949	30.7	5.79
12.680	6.97557	6.99273	0.280	117	906	4.3	1.04
17.910	4.94865 MG	4.96802	0.100	289	506	10.6	1.29
19.855	4.46805 M	4.47904	0.160	151	458	5.5	1.14
20.990	4.22894 Q	4.23934	0.100	586	454	21.4	4.11
21.460	4.13737 G	4.14755	0.240	169	449	6.2	0.97
24.175	3.67851 H	3.68756	0.800	125	433	4.6	1.50
25.430	3.49975	3.50836	0.400	216	424	7.9	1.41
26.765	3.32814 Q	3.33632	0.080	2735	416	100.0	5.58
27.960	3.18855	3.19639	0.200	185	408	6.8	0.88
30.075	2.96896	2.97626	0.200	156	392	5.7	1.12
31.415	2.84531 M	2.85231	0.120	135	384	4.9	0.88
32.240	2.77436	2.78118	0.320	86	376	3.2	0.96
33.290	2.68921	2.69583	0.120	142	372	5.2	1.80
35.135	2.55211 MH	2.55838	0.320	100	357	3.7	2.35
36.670	2.44872 QG	2.45475	0.080	185	350	6.8	0.81
37.875	2.37354	2.37938	0.240	49	342	1.8	1.01
39.545	2.27707 QG	2.28267	0.200	62	331	2.3	1.85
40.240	2.22977 QH	2.23525	0.240	61	328	2.2	0.96
42.560	2.12247 Q	2.12769	0.160	96	317	3.5	0.96
45.675	1.98470 Q	1.98958	0.160	207	310	7.6	1.01
50.250	1.81420 QH	1.81866	0.080	166	282	6.1	1.18
53.990	1.69702	1.70120	0.640	37	276	1.4	0.90
55.570	1.65245 Q	1.65652	0.960	34	279	1.2	1.74

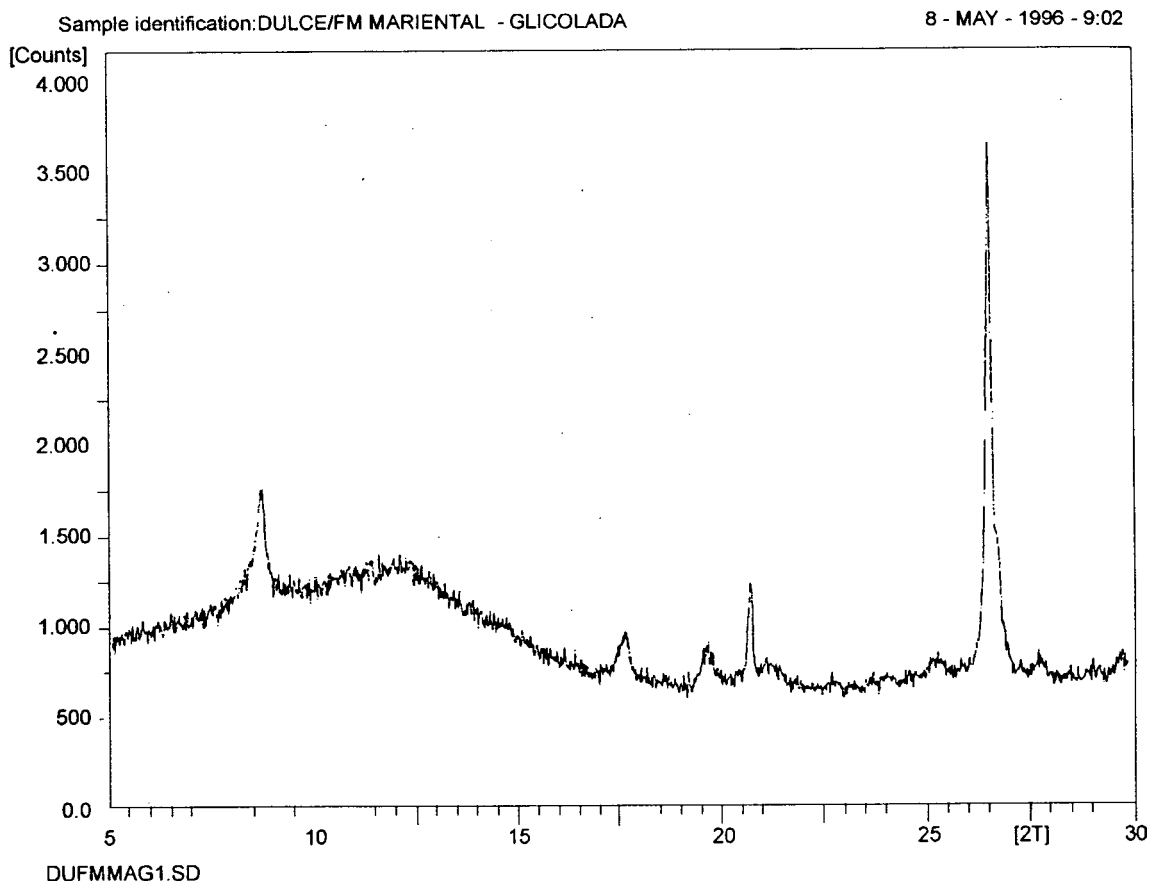
M – mica

G – gaitita

Q – quartzo

H – hematita

FIGURA 2.16 – FM natural (final)



DI FILE:

Sample identification: DULCE/FM MARIENT-GLI

DI file name: DUFMMAG1.DI

Input file name: DUFMAG1

Start angle: [° 2θ]: 5.010

End angle: [° 2θ]: 29.990

Maximum d-value: [Å]: 17.62435

Minimum d-value: [Å]: 2.97718

Maximum number of counts: 2981

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

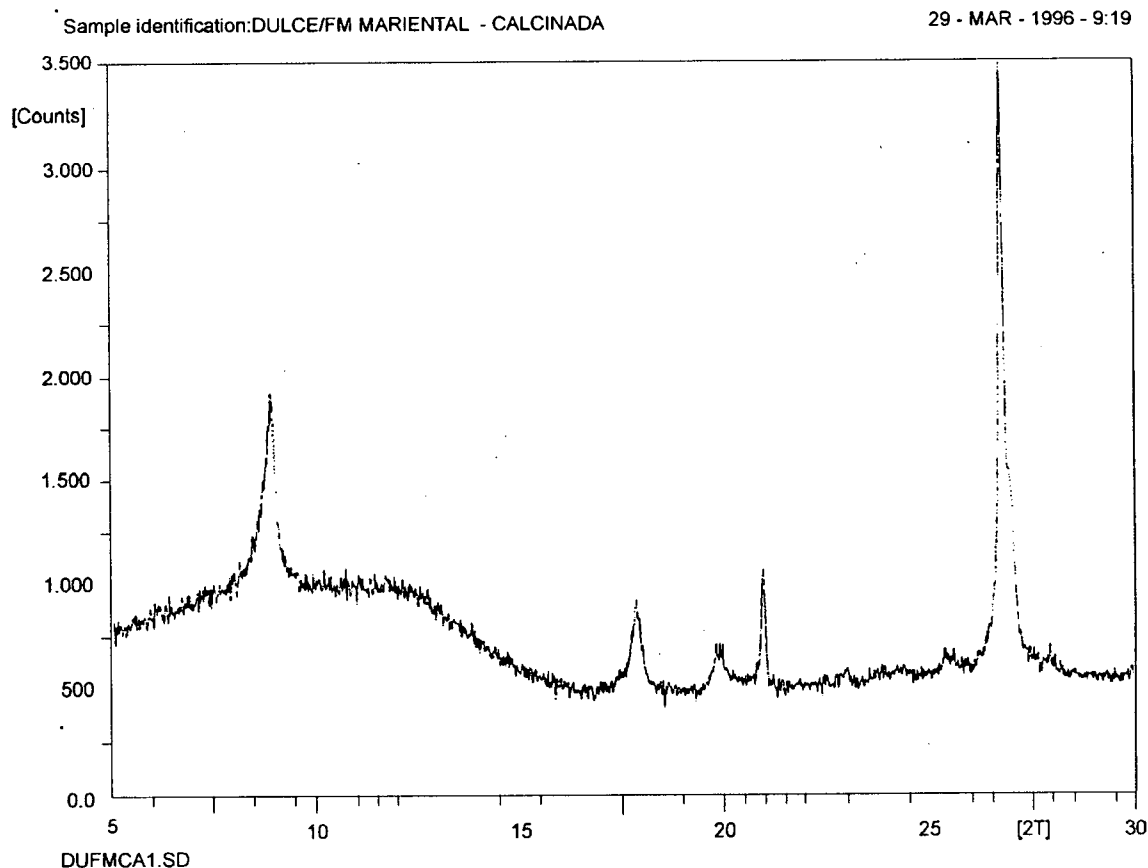
Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2θ]	d-value a1 [Å]	d-value a2 [Å]	T.width [° 2θ]	Height [counts]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [%]	Signif.
8.710	10.14408	10.16903	0.120	625	1142	21.0	2.52
12.300	7.19021	7.20790	0.480	151	1190	5.1	1.00
17.630	5.02661	5.03897	0.240	228	708	7.6	2.50
19.575	4.53132	4.54247	0.160	188	650	6.3	0.90
20.705	4.28650 Q	4.29705	0.080	548	645	18.4	2.11
25.185	3.53324	3.54193	0.320	135	645	4.5	1.30
26.470	3.36456	3.37283	0.120	2981	645	100	13.45
26.725	3.33303 Q	3.34123	0.080	708	645	23.7	1.14
27.720	3.21561	3.22352	0.240	130	645	4.4	1.99
29.650	3.01054	3.01795	0.200	137	645	4.6	1.03

Q - quartzo

FIGURA 2.17 - FM glicolada



DI FILE:

Sample identification: DULCE/FM MARIENTAL - CAL

DI file name: DUFMCA1.DI

Input file name: DUFMCA1

Start angle: [° 2θ]: 5.000

End angle: [° 2θ]: 30.000

Maximum d-value: [Å]: 17.65958

Minimum d-value: [Å]: 2.97621

Maximum number of counts: 2970

Anode material: Cu

a1 Wavelength [Å]: 1.54060

a2 Wavelength [Å]: 1.54439

Intensity measured with FIXED slit

DIFFRACTION LINES:

Angle [° 2θ]	d-value a1 [Å]	d-value a2 [Å]	T.width [° 2θ]	Height [counts]	Bckgr. [counts]	Rel. int. [%]	Signif.
8.970	9.85062	9.87486	0.120	882	986	29.7	3.64
17.840	4.96791	4.98013	0.060	396	475	13.3	0.96
19.835	4.47251	4.48351	0.280	166	475	5.6	4.01
20.955	4.23592 Q	4.24634	0.100	557	475	18.8	4.40
22.905	3.87952	3.88906	0.240	59	484	2.0	1.51
25.455	3.49637	3.50497	0.240	110	493	3.7	1.69
26.735	3.33180 Q	3.34000	0.100	2970	497	100.0	9.68
26.975	3.30270	3.31083	0.100	870	497	29.3	1.15
27.950	3.18967	3.19751	0.200	88	502	3.0	0.87

Q - quartzo

FIGURA 2.18 - FM calcinada

2.4.2.3. Discussão dos resultados

A amostra F-R, revela presença de quartzo, pois quando orientada natural apresentou picos em $d = 9,85 \text{ \AA}$ e $d = 7,12 \text{ \AA}$. Quando orientada glicolada apresentou picos em $d = 10,14 \text{ \AA}$. Quando orientada calcinada apresentou picos em $d = 9,77 \text{ \AA}$. Nesta fase, o pico $7,12 \text{ \AA}$ desapareceu, o que indica presença de caulinita.

As fases majoritárias são: quartzo, mica e caulinita. Também foram encontradas fases com ferro.

A amostra F-M, apresenta presença de quartzo. Quando orientada natural apresentou picos em $d = 9,83 \text{ \AA}$ e $d = 6,97 \text{ \AA}$. Quando orientada glicolada apresentou picos em $d = 10,14 \text{ \AA}$ e $d = 7,19 \text{ \AA}$. Quando orientada calcinada apresentou picos em $d = 9,85 \text{ \AA}$. Nesta fase, o pico referente à caulinita desapareceu, indicando a presença dessa substância.

As fases majoritárias encontradas são: quartzo, mica e caulinita. Também foram encontradas fases com ferro.

2.4.2.4. Conclusão

Os resultados obtidos levam a concluir que a amostra F-M e a amostra F-R tem características mineralógicas que as classificam no grupo das hidromicas, devido à presença de mica e illita nessas amostras.

2.4.3. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As informações que podem ser obtidas pela microscopia eletrônica de varredura

são: a determinação da morfologia das partículas constituintes, a identificação dos argilominerais presentes, a possibilidade da medição das dimensões das partículas para confirmar os resultados das curvas de sua distribuição granulométrica, para detectar a presença de pequenos teores de argilominerais não detectáveis por difração de raios X, a presença de materiais ou minerais amorfos, a disposição e orientação das partículas na rocha, no estado em que se encontram na natureza, e a determinação do sinal de distribuição das cargas elétricas na superfície das partículas. A capacidade do microscópio eletrônico em fornecer essas informações vai depender inteiramente das técnicas da preparação do espécime. Neste estudo, a microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para determinar a morfologia das partículas constituintes, ou seja, a identificação das argilas.

A microscopia eletrônica de varredura foi realizada no Laboratório do Setor de Biologia da UFPR.

2.4.3.1. Método da microscopia eletrônica de varredura

Inicialmente, a argila foi dispersa, por cisalhamento, entre lâminas de vidro, em presença de hidróxido de amônio concentrado, como agente de dispersão, que permite dispersar, deflocular, separar e colocar em suspensão partículas individualizadas de argila.

Na preparação para observação, o material, disperso em solução de hidróxido de amônio e água destilada, foi aspergido, utilizando-se um nebulizador, a 20 cm de distância em tela preparada previamente com uma película de filme transparente es-

pecial. Com isso, obteve-se a deposição de microgotas da dispersão da argila na tela. Foram preparadas 10 telas com cada amostra, que, submetidas à observação, foram fotografadas. As fotos foram pré-selecionadas em função da qualidade da imagem obtida. A grande dificuldade em obter fotografias com boa nitidez (foco) deve-se ao fato de as argilas estudadas serem muito finas e muitas vezes apresentarem

partículas sobrepostas, umas sobre as outras, dificultando a observação e a medida precisa de suas dimensões.

2.4.3.2 Resultados

As micrografias eletrônicas obtidas encontram-se nas figuras 2.19, 2.20, 2.21 e 2.22.

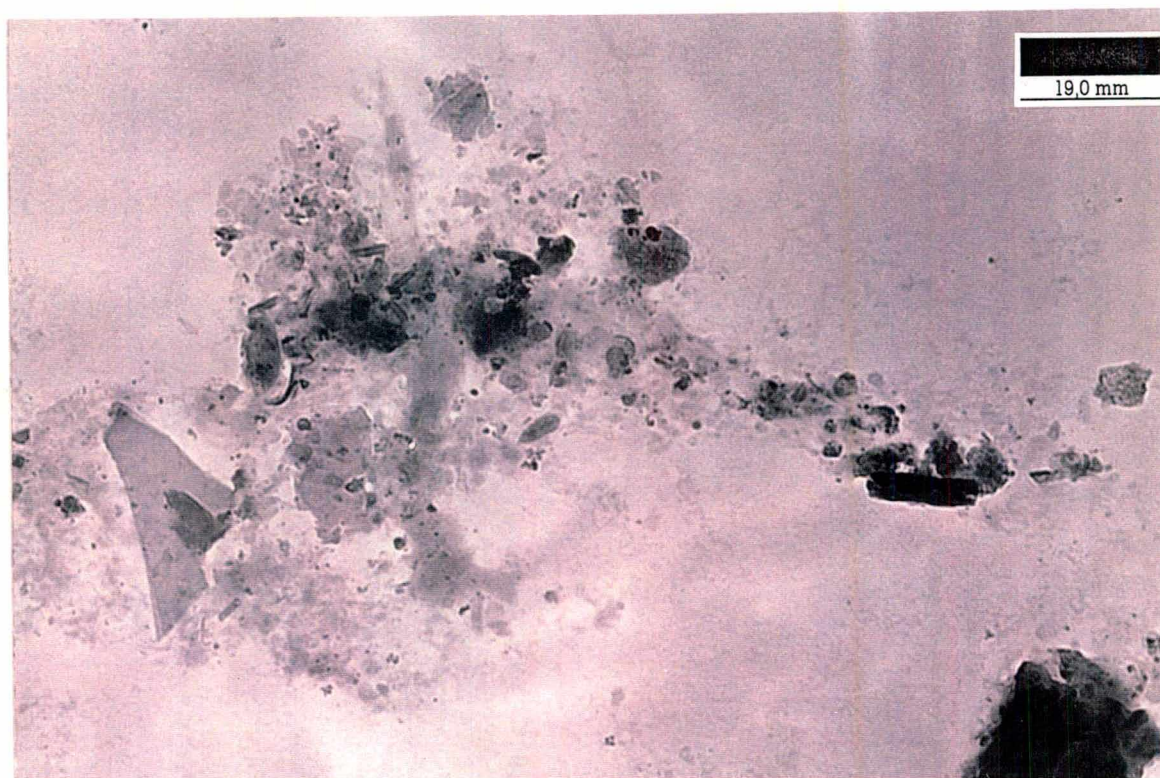


FIGURA 2.19 - Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura



FIGURA 2.20 - Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura

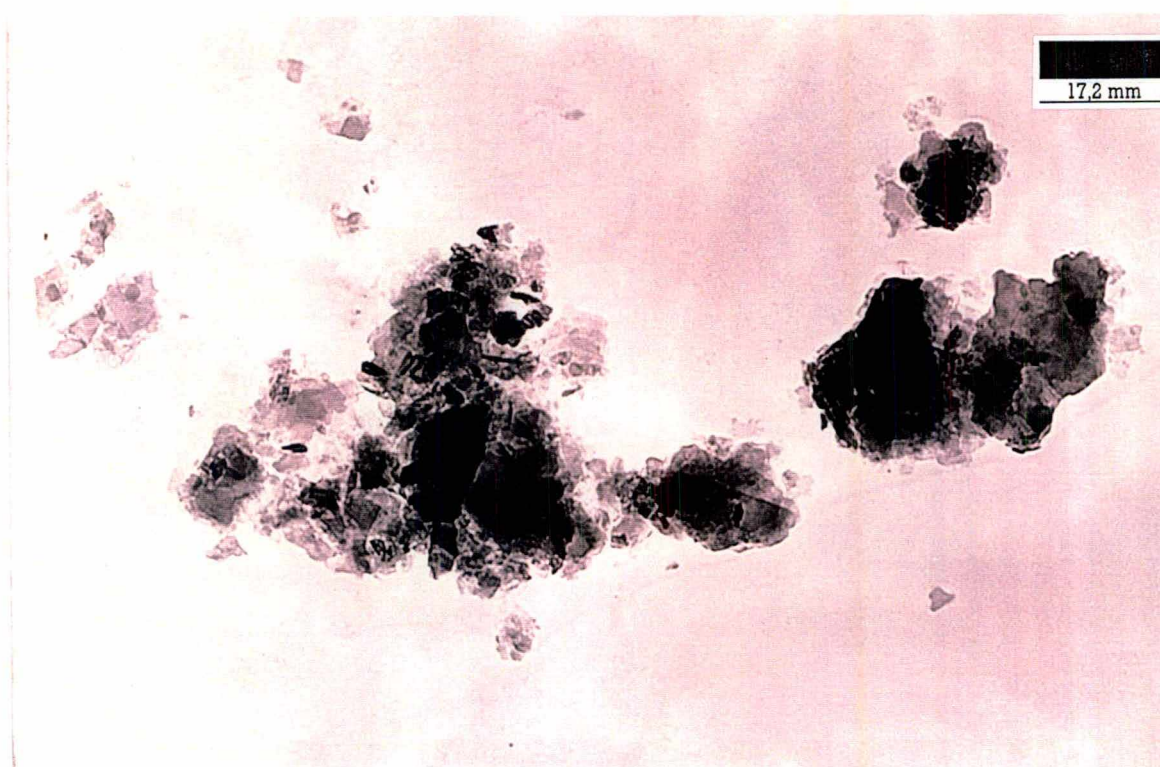


FIGURA 2.21 - Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura

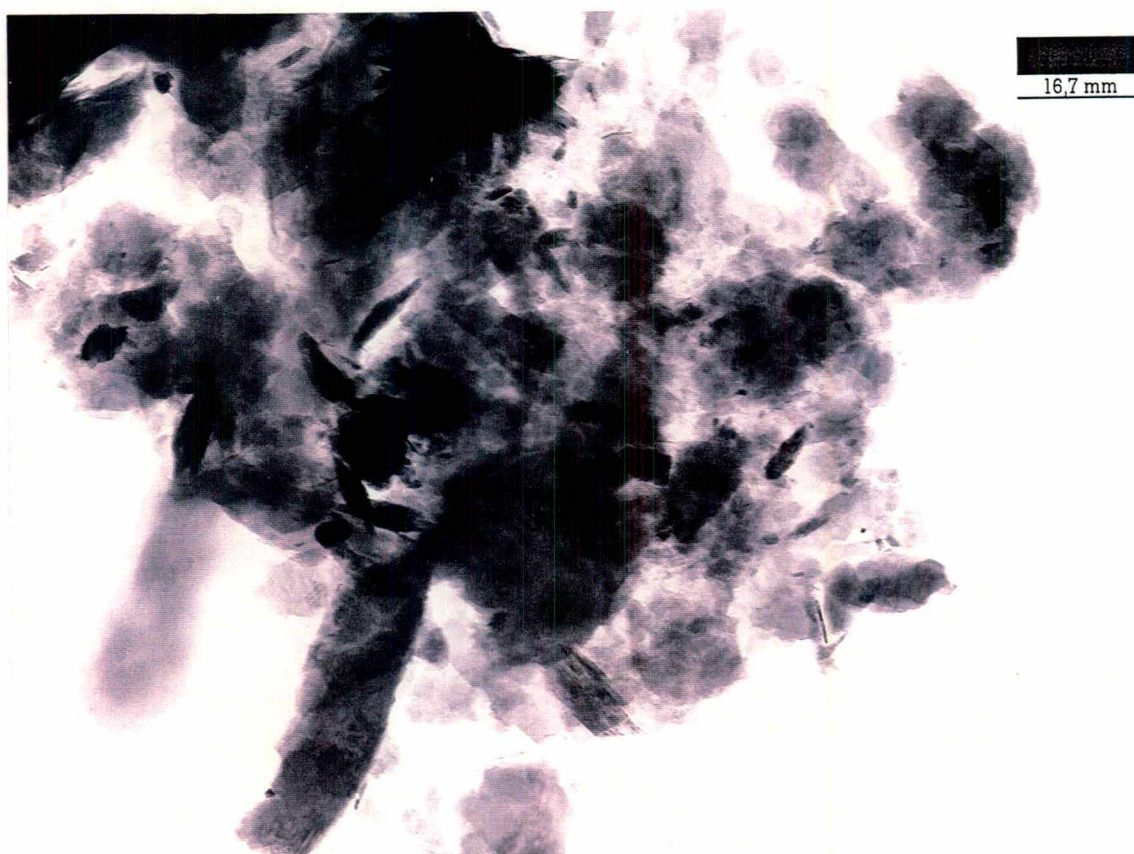


FIGURA 2.22 - Fotografia da amostra F-M realizada em microscópio eletrônico de varredura

2.4.3.3. Discussão dos resultados

Seguindo as indicações de SOUZA SANTOS, dos tipos de morfologia encontrados nos argilominerais a partir de observações diretas por microscopia eletrônica, verifica-se a indicação feita para os argilominerais quanto ao "hábito cristalino" e à "ordem de grandeza das partículas", o que serve, juntamente com comparações fotográficas, para o reconhecimento dos argilominerais presentes nas amostras em estudo.

As micrografias obtidas para amostra F-M mostram partículas da ordem de $20\ \mu\text{m}$ (micrômetros), bastante finas e quase transparentes à difração eletrônica, sendo possível observar placas de caulinita em mistura com partículas não identificáveis de tamanho maior e forma irregular.

As micrografias eletrônicas da amostra F-R mostram partículas de forma irregular em aglomerados em virtude de serem difíceis de desagregar e que são características de argilas ilíticas. Também apresentam algumas partículas com bordas enroladas, o que é típico de montmorilonita. Revelam uma distribuição granulométrica relativamente uniforme e partículas da ordem de $20\ \mu\text{m}$ (micrômetros).

2.4.3.4. Conclusão

A amostra F-M mostra presença de ilita, montmorilonita e caulinita. Apresenta partículas muito finas, sobrepostas, inclusive apresentando algumas bordas enroladas, em função de sua baixa espessura. A caulinita pode ser verificada pela presença de

"calhas" e desenho sextavado de partículas.

A amostra F-R também mostra presença de illita e camadas mistas illita-montmorilonita, pois apresenta partículas finas e sobrepostas e o aspecto de placas finas irregulares. Não foi possível observar o argilomineral caulinita na sua forma morfológica usual. Apresenta ainda partículas de densidade eletrônica elevada, possivelmente de material não desagregado.

2.4.4. ANÁLISES TÉRMICAS

Foram feitas análise térmica diferencial e análise dilatométrica. O objetivo da análise térmica diferencial e da análise dilatométrica é identificar de forma bastante precisa argilominerais puros ou principais, embora não sejam suficientes para identificar a espécie mineralógica. Têm um valor tecnológico imediato por permitirem o conhecimento das temperaturas em que ocorrem transformações físico-químicas e perda ou ganho de peso, que poderão indicar a curva de queima de um produto.

Pela posição, forma e intensidade dos picos endo e exotérmicos dos termogramas, permitem acompanhar as transformações que sofrem as argilas e as massas cerâmicas durante a queima. Informações importantes sobre o comportamento de massas cerâmicas durante a queima podem ser obtidas pelo emprego simultâneo de análise térmica diferencial, análise dilatométrica e difração de raios X.

A análise térmica diferencial foi realizada na Mineropar, em Curitiba, e a análise dilatométrica, no CENCAL, em Caldas da Rainha (Portugal).

2.4.4.1. Método da Análise

Térmica Diferencial e da Análise Dilatométrica

O método da Análise Térmica Diferencial consiste no aquecimento, em velocidade constante, de uma argila juntamente com uma substância termicamente inerte, registrando as diferenças de temperatura entre o padrão inerte e a argila em estudo, em função da temperatura. Quando ocorrem transformações endo ou exotérmicas, estas aparecem como deflexões em sentidos opostos na curva termodiferencial (ou termograma).

A análise dilatométrica também consiste no aquecimento, em velocidade constante, registrando as transformações de dilatação que ocorrem em função da temperatura. As transformações aparecem na curva dilatométrica.

Na análise dilatométrica, os provetos foram feitos à mão em cilindros com aproximadamente 10 mm de diâmetro e posteriormente secados por 24 horas a 50°C, a recomendação de secagem está entre 24 horas no mínimo e 48 horas no máximo.

2.4.4.2. Resultados

As tabelas 2.7 e 2.8 mostram os resultados obtidos para a amostra F-M e as tabelas 2.9 e 2.10 mostram os resultados obtidos para a amostra F-R.

TABELA 2.7 - Análise térmica diferencial da amostra F-M

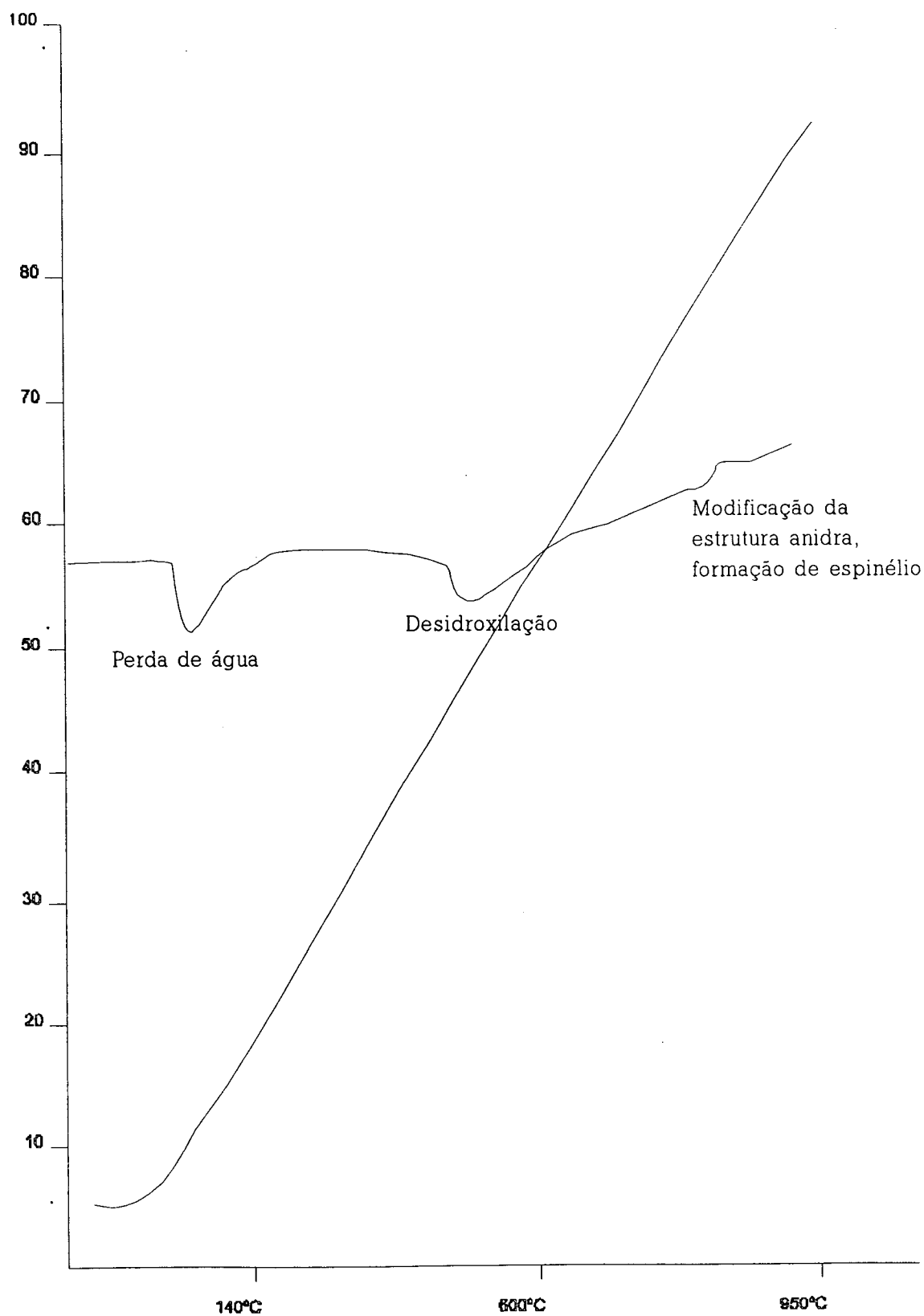
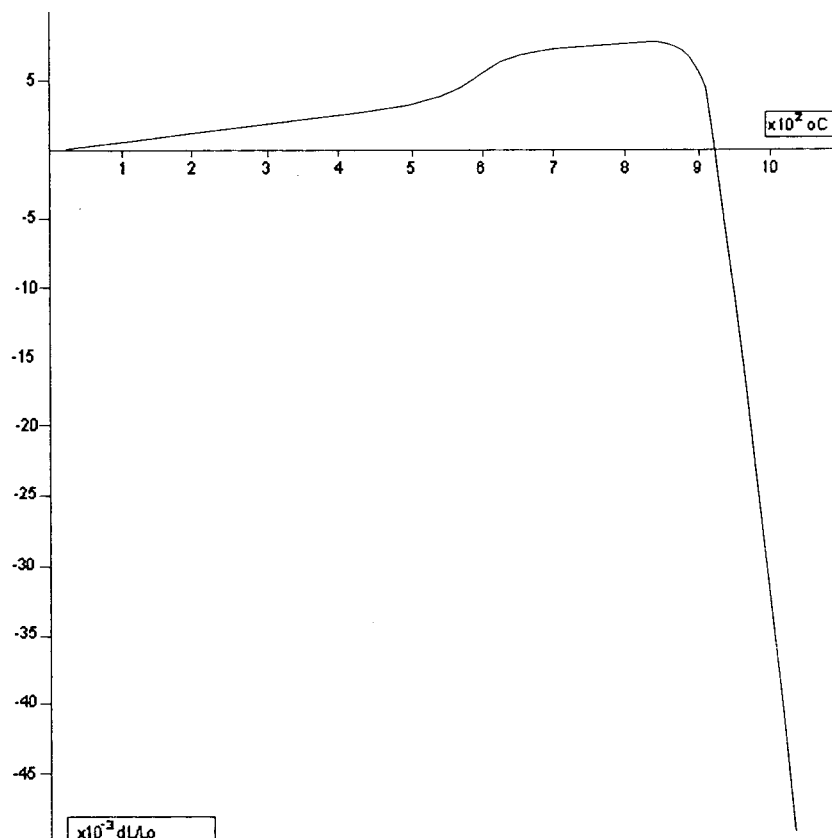


TABELA 2.8 – Análise dilatométrica da amostra F-M



Measur. File - Dulce
Correction File - Pirus10
Test Code - Mariental
Initial Length - 292
01.28.1997

T (°C)	DL/LO	TRUE ALPHA	AVERAGE ALPHA
50	0.0002454	7.493e-006	8.179e-006
100	0.0005805	5.305e-006	7.256e-006
150	0.0007706	4.516e-006	5.928e-006
200	0.001063	6.682e-006	5.904e-006
250	0.00136	4.87e-006	5.912e-006
300	0.001599	6.068e-006	5.711e-006
350	0.001998	7.8e-006	6.055e-006
400	0.002396	8.113e-006	6.306e-006
450	0.00281	8.839e-006	6.535e-006
500	0.003283	1.007e-005	6.839e-006
550	0.003909	1.941e-005	7.376e-006
600	0.005357	3.314e-005	9.236e-006
650	0.006607	1.754e-005	1.049e-005
700	0.007164	6.954e-006	1.053e-005
750	0.007402	3.719e-006	1.014e-005
800	0.007588	4.365e-006	9.728e-006
850	0.007736	-3.411e-006	9.32e-006
900	0.00562	-0.0004756	-1.006e-005
1000	-0.03386	-0.0005297	-3.455e-005

TABELA 2.9 - Análise térmica diferencial da amostra F-R

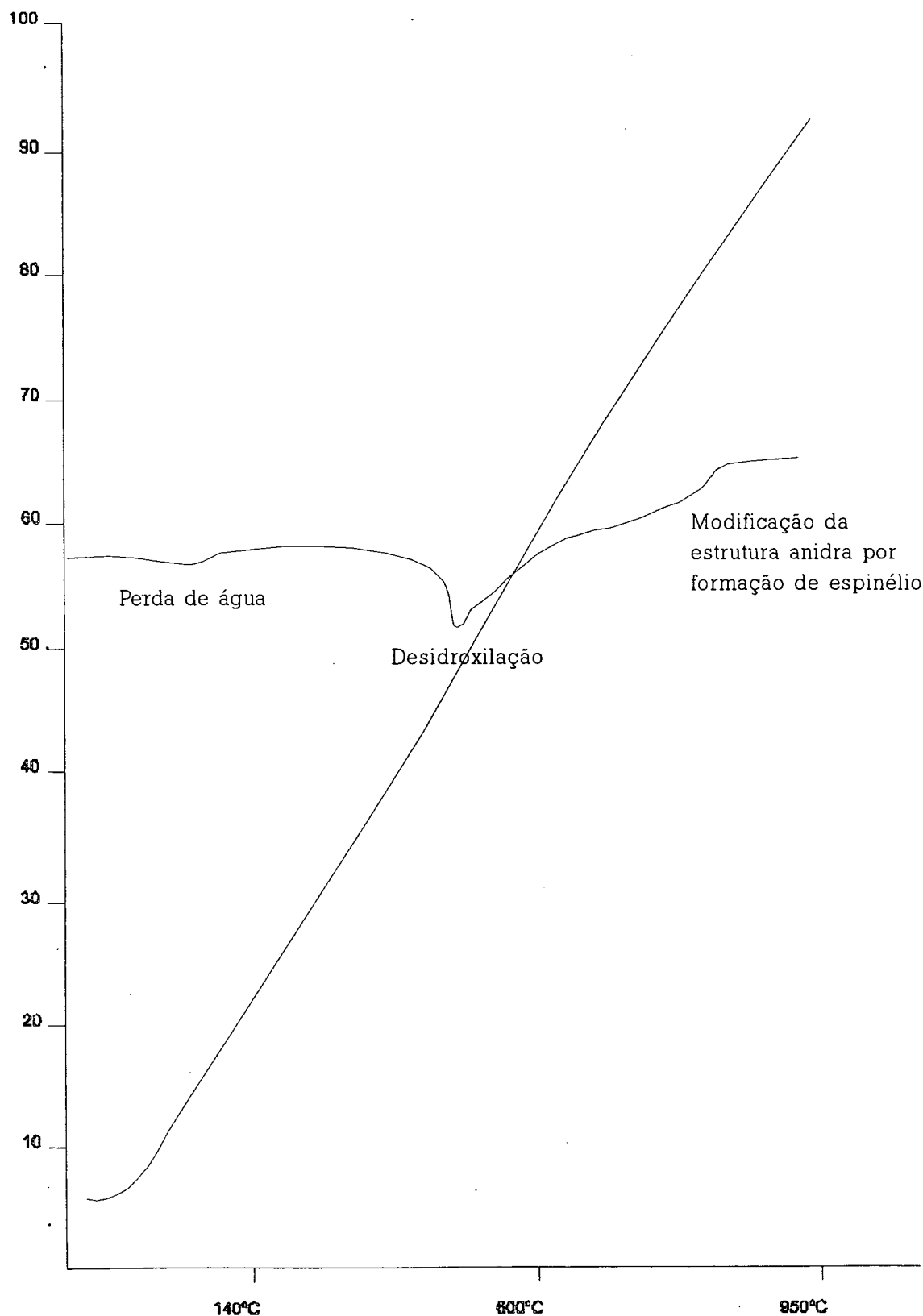
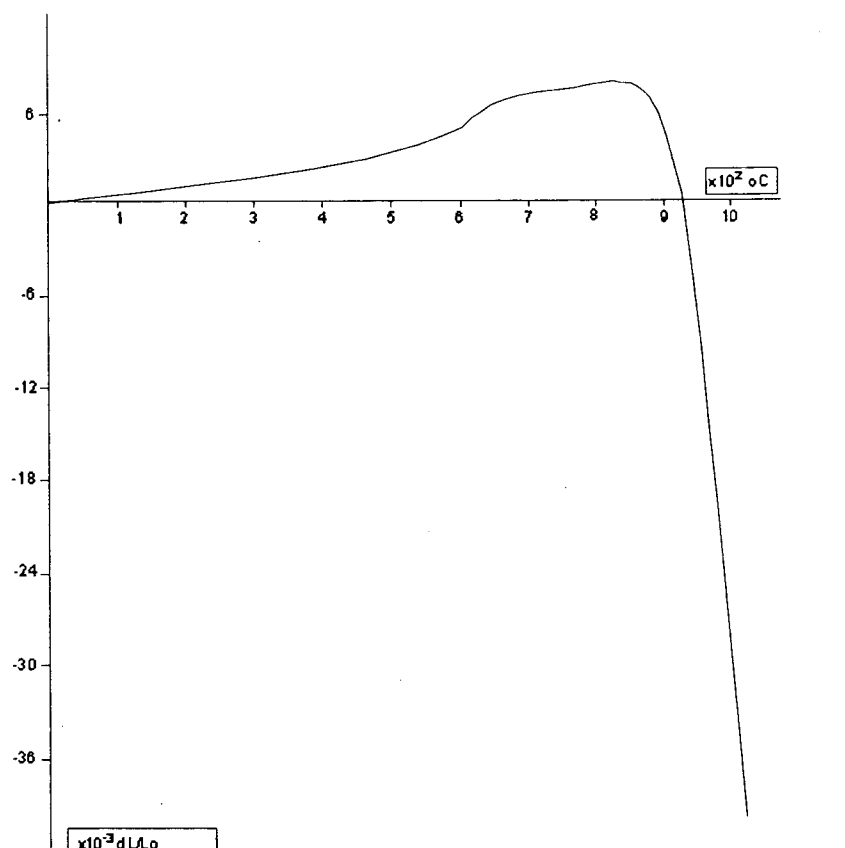


TABELA 2.10 - Análise dilatométrica da amostra F-R



Measur. File - Ruinas
Correction File - Pirus10
Test Code - Dulce
Initial Length - 343
01.29.1997

T (°C)	DL/LO	TRUE ALPHA	AVERAGE ALPHA
50	0.0002523	7.223e-006	8.41e-006
100	0.0005995	5.809e-006	7.493e-006
150	0.0008803	6.02e-006	6.772e-006
200	0.001187	6.561e-006	6.594e-006
250	0.001452	4.392e-006	6.314e-006
300	0.001707	6.545e-006	6.096e-006
350	0.002089	7.8e-006	6.33e-006
400	0.002472	7.245e-006	6.506e-006
450	0.002872	8.045e-006	6.678e-006
500	0.003247	8.45e-006	6.764e-006
550	0.003884	1.87e-005	7.328e-006
600	0.005062	2.999e-005	8.727e-006
650	0.006466	2.144e-005	1.026e-005
700	0.007149	8.18e-006	1.051e-005
750	0.007433	4.151e-006	1.018e-005
800	0.00763	4.338e-006	9.782e-006
850	0.007751	-5.979e-006	9.338e-006
900	0.005232	-0.0001253	5.946e-006
950	-0.007911	-0.0004053	-8.507E-006

2.4.4.3. Discussão dos Resultados

Os resultados dos ensaios mostram que as argilas apresentam termogramas típicos de argilas contendo ilitas com pico de perda de água a cerca de 100°C, com dextrificação entre 500 e 580°C e com início de formação de espinélio a partir de 850°C. Isto pode indicar que, a princípio, são argilas viáveis de utilização, em proporções adequadas, na formulação de uma massa cerâmica, visando uma boa plasticidade.

Os ensaios de análise dilatométrica demonstraram semelhança de comportamento para as duas amostras, com dilatação acentuada até a temperatura de 850°C, à partir do que inicia-se uma retração acentuada. Entre 550°C e 600°C há uma inclinação mais acentuada na curva dilatométrica, consequência da presença de quartzo, como ocorre para materiais contendo argilominerais do grupo das hidromicas.

2.4.4.4. Conclusão

Os resultados dos ensaios mostram que as argilas são do tipo ilita, confirmando os resultados obtidos nas fotografias por microscopia eletrônica e indicados nas análises químicas.

2.4.5. DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Uma argila é uma mistura natural polimineral mais ou menos complexa, onde cada espécie mineral possui cristais com dimensão, hábito e formas próprios. A separação granulométrica, ao separar por tamanho os grãos, mostram as quantidades em que determinadas espécies minerais estarão mais concentradas do que outras (ver: GOMES, 1986).

A denominação *fração argilosa de uma ar-*

gila ou *material argiloso* compreende um conjunto de partículas com diâmetro esférico equivalente inferior a 2 μm . Partículas entre 0,02 μm < 2 μm (0,002 μm) constituem a camada siltosa, e entre 2 μm < 0,02 μm constituem a camada arenosa, dentro do quadro da distribuição geológica dos materiais. Na composição mineral < 1 μm estão os minerais argilosos: caulinita, diquitita, ilita, clorita, interestratificado irregular ilita-montmorilonita e montmorilonita, com participação mais expressiva dos três primeiros. Os dois últimos fazem parte dos subseparados mais finos.

Devido às pequenas dimensões dos cristais minerais argilosos, as argilas dispersas em água proporcionam suspensões estáveis ou instáveis (defloculadas ou flocculadas). A estabilidade das suspensões é condicionada à grandeza da carga elétrica negativa intrínseca dos cristais, aos seus hábitos cristalinos anisométricos e à natureza e teor dos cátions permutáveis adsorvidos à sua superfície.

A granulometria é uma das características mais importantes dos minerais argilosos e governa muitas das suas propriedades cerâmicas, como plasticidade das massas, textura das massas, permeabilidade, resistência em cru e após queima, que dependem da dimensão do grão, da distribuição dimensional do grão e da forma do grão.

A homogeneidade dos grãos, isto é, 100% de grãos com a mesma dimensão, resultará, teoricamente, em uma porosidade mínima em torno de 40%. Maiores quantidades de grãos finos e grossos e menores quantidades de grãos médios favorecerão um empacotamento denso (menor porosidade) e uma resistência mecânica elevada.

Este ensaio foi realizado no Departamento de Engenharia dos Materiais, na UEPG, que possui um laboratório cerâmico.

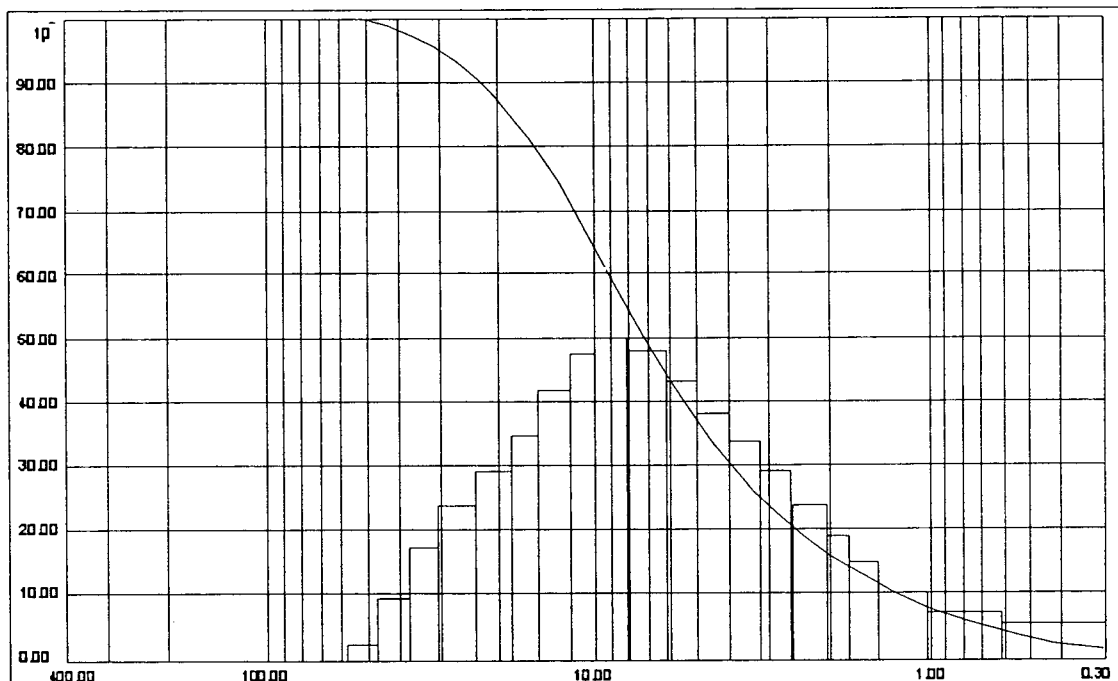
2.4.5.1. Método

Foi utilizado o analisador de partículas marca "CILAS", mod. 920, que permite uma alta confiabilidade dos resultados.

2.4.5.2. Resultados

O gráfico da tabela 2.11 mostra a distribuição granulométrica da amostra F-M, e o da tabela 2.12 a distribuição granulométrica da amostra F-R.

TABELA 2.11 - Distribuição granulométrica da amostra F-M



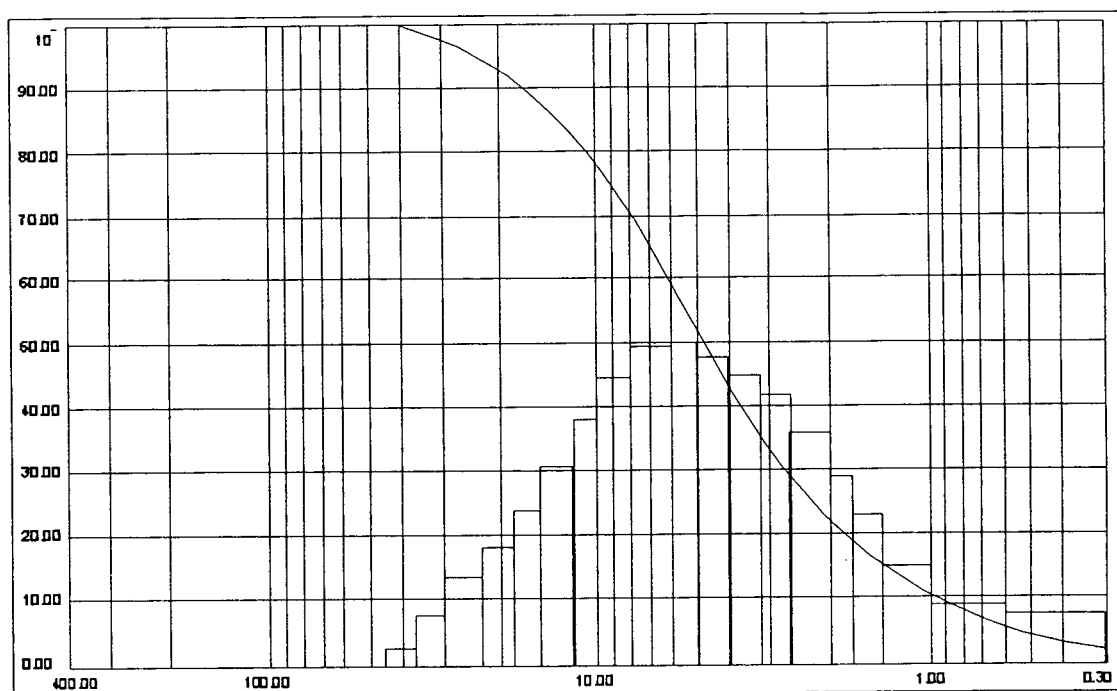
Granulometria: Folhelho

Sample	:	Folhelho Mariental		
Liquid	:	água		
Ultrasonic mixer	:	60s. / Dispersing agent - nenhum		
Comment	:	Dulce malha 100		
User name	:	Pianaro		
Plant	:	UEPG		
Place	:	Ponta Grossa		
Concentration	:	203		
Median size	:	6.85 mu		
Diameter at 10.0%	:	1.28 mu		
Diameter at 90.0%	:	22.64 mu		
Cumul. at 100.00 mu	:	100%		
Number of measur.	:	20	Number of cleaning	: 4
Automatic dilution:	No		US mixer/measur.:	No
Option	:	-----	To top up	: No

Results : Weight distribution/Undersize

D	0,30	0,60	1,00	1,40	1,70	2,00	2,60	3,20	4,00	5,00
C%	1,73	4,96	7,90	10,76	13,15	15,65	20,75	25,64	31,67	38,57
D	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	18,00	23,00	30,00	36,00	45,00
C%	44,89	56,00	64,96	71,94	79,49	84,61	90,37	95,44	97,98	99,62
D	56,00	70,00	90,00	110,00	135,00	165,00	210,00	260,00	320,00	400,00
C%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

TABELA 2.12 – Distribuição granulométrica da amostra F-R



Sample	:	argila ruínas (malha 100)		
Liquid	:	água		
Ultrasonic mixer	:	60s. / Dispersing agent - nenhum		
Comment	:	Campo do Tenente		
User name	:	Pianaro		
Plant	:	UEPG		
Place	:	Ponta Grossa		
Concentration	:	118		
Median size	:	4.75 mu		
Diameter at 10.0%	:	0.95 mu		
Diameter at 90.0%	:	15.98 mu		
Cumul. at 100.00 mu	:	100%		
Number of measur.	:	20	Number of cleaning	: 2
Automatic dilution	:	No	US mixer/measur.	: No
Option	:	-----	To top up	: No

Results : Weight distribution/Undersize

D	0,30	0,60	1,00	1,40	1,70	2,00	2,60	3,20	4,00	5,00
C%	2,44	6,72	10,37	14,36	17,86	21,57	28,97	35,74	43,59	51,94
D	6,00	8,00	10,00	12,00	15,00	18,00	23,00	30,00	36,00	45,00
C%	59,04	70,20	78,00	83,48	88,83	92,20	95,69	98,50	99,60	100,00
D	56,00	70,00	90,00	110,00	135,00	165,00	210,00	260,00	320,00	400,00
C%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2.4.5.3. Discussão dos Resultados

É possível observar que a amostra F-R contém granulometria média mais fina que a amostra F-M, pois possui 51.94% de partículas abaixo de 5 μm , enquanto a amostra F-M possui 38.57%.

Abaixo de 2 μm a quantidade de partículas nas duas amostras é de 21.57% para a amostra F-R e 15.65% para a amostra F-M.

Os materiais não-argilosos são bastante finos, pois as porcentagens de material abaixo de 23 μm nas duas amostras é superior a 90%.

2.4.5.4. Conclusão

A dimensão das partículas indica que as amostras F-M e F-R apresentam grande quantidade de cristais minerais argilosos.

O fato de apresentarem índice superior a 90% de partículas abaixo de 23 μm indica que mesmo as partículas arenosas, como o quartzo, são predominantemente finas.

2.4.6. CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE IDENTIFICAÇÃO MINERALÓGICA

Os ensaios de identificação mineralógica mostram que a argila F-M se classifica no grupo das hidromicas, contém illita e montmorilonita, o que foi observado principalmente na difração de raios X e confirmado na microscopia eletrônica. Também foi constatada a presença de caulinita e quartzo, porém em quantidades pequenas. Isso indica que é uma argila que pode

apresentar problemas para uso em barbotina, principalmente quanto à defloculação, por apresentar partículas muito finas.

A argila F-R tem características mineralógicas que a classifica no grupo das hidromicas sendo predominantemente ilítica, com presença de camadas mistas de illita-montmorilonita. Quartzo e caulinita também estão presentes mas em pequenas quantidades. Em princípio, é uma argila de utilização provável, em proporções adequadas. Estas proporções poderão variar de 30 a 70% na formulação de uma massa, associada a outros componentes. Da mesma forma que a amostra F-M, deve apresentar dificuldades para defloculação e, conseqüentemente, para formar barbotinas estáveis.

2.5. ENSAIOS VISANDO O USO INDUSTRIAL DAS MATÉRIAS-PRIMAS EM LOUÇA DE MESA

Com relação aos processos produtivos usuais para a produção de louça de mesa, pode-se utilizar basicamente três consistências de massa: líquida, plástica e seca.

A massa líquida permite produções artesanais com baixo investimento inicial e grande diversificação formal, incluindo peças que não sejam de revolução e apresentem bojos com tamanhos superiores a sua boca de desmolde. Na louça de mesa é muito utilizada para produção de travessas, bules, tampas e asas de xícaras. Consiste no enchimento de massa líquida em moldes de gesso sem pressão (ver: capítulo 1, fig. 1.12). Também pode ser empregada em moldes de gesso de peças maciças.

Algumas inovações simples têm melhorado as condições de enchimento, como, por exemplo, encher os moldes com a massa líquida submetendo-os à rotação constante, processo este muito utilizado pela indústria portuguesa de porcelana.

Em Portugal, os moldes para confecção de asas das xícaras também são enchidos sob rotação e vibração constantes. Este procedimento auxilia o total preenchimento das cavidades, principalmente quando são utilizadas massas que apresentam fluidez baixa (maior densidade e menor defloculação). Estas peças são maciças e os moldes não são vertidos, o que as tornaria ocas.

Também existe o processo de enchimento sob pressão, e neste caso os investimentos são altos, principalmente por tratar-se de tecnologia Suíça, sujeita a *royalties*. Entretanto, estudos já permitem a produção de equipamentos para utilização deste processo com outra tecnologia (ver: capítulo 1, fig. 1.13).

Uma das características do processo de enchimento sob pressão é a massa ser aquecida em temperatura que aumenta sua fluidez. Alguns estudos mostram que existem tetos de temperatura ideal. Estudo efetuado pela eng. Maria Evangelista Vicente, em sua dissertação de mestrado, para uma massa de grês para a empresa portuguesa Gresexpor, apontou temperaturas entre 38°C e 40°C como ideais e 35°C a 38°C como satisfatórias. Temperaturas superiores, bem como inferiores, foram insatisfatórias. Este procedimento poderia ser adotado também para o processo de enchimento sem pressão, em nível experimental, já que ainda não se conhece os efeitos de sua adoção.

Cabe salientar que o uso de massas com argila vermelha na produção de louça por via líquida (barbotina) é evitada em praticamente todas as indústrias portuguesas visitadas que produzem louça com argila desta coloração (Molde Faianças, Indústria Val do Sol, Faiarte e Faiamor), sendo que duas empresas que fabricam massas e as fornecem para diversas indústrias só a processam para massa plástica.

Isto se deve à dificuldade que as argilas vermelhas têm em deflocular, em decorrência da elevada quantidade de ferro que possuem, bem como das impurezas que apresentam. Além disso, a forma, dimensão e distribuição do grão dos minerais argilosos influem na reologia do sistema e devem ser analisados para a obtenção de uma formulação satisfatória.

A massa plástica permite produção artesanal, semi-artesanal e industrial, através de investimentos médios em peças extrudadas, com seção regular (como tijolos) em peças torneadas, com forma de revolução (como pratos, xícaras, vasos) e em peças prensadas, que tenham "boca aberta", permitindo desmoldagem (como pratos e travessas) mesmo que não tenham formas de revolução (como modelos ovais ou quadrados, por exemplo).

Na louça de mesa, este é um processo amplamente utilizado na produção de pratos, xícaras e travessas, seja pelo uso de torno simples, seja pelo de suas versões mais sofisticadas, como jaule (a cabeça é fixa e a base gira), ou o roller (a cabeça e a base são móveis), existindo modelos totalmente automáticos. As prensas de massa plástica de pequeno porte com moldes em gesso são pouco utilizadas na indústria brasileira, mas muito utilizada em Portugal, para a produção de travessas e pratos. Elas ma-

ximizam a produção com baixo investimento (ver: capítulo 1, figuras 1.9, 1.10 e 1.11).

A massa plástica com argilas vermelhas é bastante utilizada internacionalmente, pois apresenta menos dificuldades em formulação. Pelo fato de utilizar menor quantidade de água na sua formulação, apresenta menores índices de contração e deformação. Esta consistência de massa é predominantemente utilizada nas unidades fabris portuguesas que produzem utilitários em massas vermelhas.

A massa seca, voltada para produções de grande escala, necessita investimentos iniciais altos e preparo da massa via atomização, para posterior prensagem isostática sob alta pressão (ver: capítulo 1, figura 1.8). Já é utilizada no Brasil pela indústria de louça de mesa em porcelana, para produção de pratos e travessas.

A utilização deste tipo de massa apresenta bons resultados em massas com argilas vermelhas, sendo muito difundida na Alemanha e Inglaterra na produção de louça de mesa. Esta consistência de massa não é utilizada em Portugal para massas vermelhas em louça de mesa, em virtude do custo do investimento inicial e da elevada tiragem de peças que exigiria. É amplamente utilizada na Espanha, inclusive na produção de pisos e revestimentos, que posteriormente são vidrados e monoqueimados.

A massa seca não será experimentada nesta tese, tendo em vista que o segmento industrial em foco, Campo Largo e Região Metropolitana de Curitiba, possui pouca possibilidade de investimentos altos em novas tecnologias, que encareceriam o custo dos produtos dentro dos padrões de escala produtiva com os quais trabalha.

Visando a utilização de massa líquida, que pode ser viabilizada com menores investimentos e já é muito utilizada pelas pequenas unidades fabris da região de Campo Largo e Região Metropolitana de Curitiba, no decorrer desta pesquisa foram realizados ensaios preliminares, com massas líquidas preparadas no Brasil, na usina piloto da UFPR, bem como na Indústria Lorenzetti.

No CENCAL, em Portugal, foram refeitas as experiências visando formular uma barbotina, contando com o apoio técnico necessário, para obtenção de algumas conclusões preliminares e formulação de novas hipóteses de experimentos.

Dando continuidade ao estudo, foram refeitos ensaios e formulações na UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Brasil, e realizadas queimas no Atelier *Calens*, em Curitiba.

2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A RELAÇÃO ÁGUA-ARGILA

2.6.1. GRANULOMETRIA E SUPERFÍCIE ESPECÍFICA

Considerando que as argilas são materiais cujos minerais argilosos possuem pequeníssimas dimensões, em regra com diâmetro esférico $< 2 \mu\text{m}$, quando dispersas em água proporcionam suspensões estáveis ou instáveis (defloculadas ou floculadas).

A densidade do empacotamento depende não tanto da mineralogia quanto da superfície específica, do teor em partículas superfíneas ($< 0,1 \mu\text{m}$) e dos íons defloculantes.

A superfície específica de uma argila é definida pela soma da área da superfície ex-

terna mais a área da superfície interna (caso esta exista), por unidade de massa, expressa em m^2/g . Uma ilita possui entre 50-100 m^2/g e uma montmorilonita entre 150-800 m^2/g .

2.6.2. TROCA OU PERMUTA DE ÍONS

Os minerais argilosos possuem a propriedade de troca de íons (cátions e ânions) fixados na superfície exterior dos seus cristais, situados nos espaços intercamada estrutural, ou ainda localizados em outros espaços interiores das estruturas, existentes em soluções aquosas envolventes.

A capacidade de troca iônica é importante no comportamento físico-químico e tecnológico de uma argila. O processo de troca de íons é um processo estequiométrico, segundo o qual cada equivalente de um íon adsorvido pelo material argiloso ou argila provoca a libertação de um cátion anteriormente fixado. O conhecimento das leis que regem a permuta iônica permite prever e modificar o comportamento dos minerais argilosos e argilas, favorecendo e beneficiando determinadas propriedades e aplicações.

Os cristais dos argilominerais possuem uma carga elétrica, globalmente negativa, para quase todos os valores de pH. Mas os bordos dos cristais também possuem carga elétrica que pode ser neutra, positiva ou negativa conforme o pH (por exemplo, no caso da caulinita, os bordos serão neutros para $\text{pH} = 8$, positivos para $\text{pH} = 4$ e negativos para $\text{pH} = 1$). Por isso, as cargas elétricas manifestadas nos bordos das partículas, devido a ligações de valência insatisfeitas, poderão ser neutralizadas por cátions ou ânions, caso sejam negativas ou positivas.

2.6.3. PROPRIEDADES DAS DISPERSÕES OU SUSPENSÕES DE ARGILA EM ÁGUA

Os colóides classificam-se em liofílicos (atraídos para o meio dispersante) e liofóbicos (repelidos pelo meio dispersante).

As argilas em geral comportam-se como colóides liofóbicos, que são menos estáveis, não adsorvem o meio dispersante e desenvolvem viscosidade reduzida. Entretanto, algumas argilas, ricas em montmorilonita, possuem certas propriedades dos colóides liofílicos. Muito estáveis, adsorvem o meio dispersante e desenvolvem viscosidade elevada.

Quando o meio dispersante é a água, os colóides são designados hidrofílicos ou hidrofóbicos. Uma argila, ao ser dispersa em água, provoca uma ionização mais ou menos forte dos cátions adsorvidos na superfície das suas partículas (cátions de troca), conforme a natureza destes cátions. Se forem fortemente eletropositivos, como, por exemplo, Na^+ ou K^+ , a ionização será forte.

Quanto mais forte a ionização da argila, maior será a carga negativa das suas partículas em suspensão, pelo que, mais forte será a repulsão entre elas. Esta repulsão evita a aproximação das partículas e também sua aglomeração em flocos ou coágulos (floculação).

A floculação só ocorre quando as forças repulsivas entre as partículas é fraca e permite a diminuição da energia livre do sistema.

Além das forças repulsivas, as partículas estão sujeitas às forças atrativas (força de Van der Waals, ligações hidrogênio, outras

forças eletrostáticas e tensão superficial). Estas forças são fortes quando as partículas estão muito próximas umas das outras (caso de suspensões muito concentradas), e diminuem muito com o aumento da distância de separação das partículas.

No estado de defloculação, as forças de repulsão entre as partículas estão elevadas ao máximo quando, por exemplo, o Na^+ é o cátion de troca. No estado de floculação, por exemplo, quando o H^+ e Ca^+ são os cátions de troca, as forças repulsivas são reduzidas, não se sobrepondo ao efeito das forças atrativas.

Uma argila em que Na^+ é o cátion de troca requer muito menos água para fluir do que uma argila em que o Ca^{2+} ou o Mg^{2+} são os cátions de troca.

Na argila- Ca^{2+} as partículas estão fortemente aglomeradas (floculadas) e o empacotamento delas é desordenado, formando-se estruturas abertas, com espaços preenchidos por água. Este sistema requer mais água para apresentar fluidez, o que reduz a densidade e aumenta a contração após secagem e queima.

Ao contrário, em uma argila- Na^+ a aglomeração das partículas é mais densa, já que a água retida é reduzida. Este sistema requer menos água para apresentar fluidez.

Nas suspensões de argila em água, a menor distância a que as partículas de argila se podem aproximar umas das outras é o potencial zeta (ζ).

O potencial zeta (ζ) é determinante na repulsão entre partículas e na estabilidade das suspensões. Para que uma suspensão de argila e água seja estável, é necessário que o potencial ζ seja superior a um valor mínimo ou crítico. Valores de potencial inferiores permitem uma aproximação das partículas, permitindo que as forças atrativas se sobreponham às forças repulsivas, originando a floculação.

Quando um defloculante, como por exemplo o Na_2CO_3 , é adicionado progressivamente a uma suspensão de argila em água, o que ocorre é que o defloculante adicionado faz substituir os cátions fixados na superfície da argila (por ex.: Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+), pelo Na^+ defloculante, causando a diminuição da viscosidade e o aumento do potencial zeta. Quando a argila se torna saturada de Na^+ e continua-se a adição do defloculante, o Na^+ entra na dupla camada e promove a neutralização da carga elétrica negativa das partículas, com conseqüente redução do potencial zeta e aumento da viscosidade. A figura 2.23 mostra o que ocorre com a viscosidade e o potencial zeta.

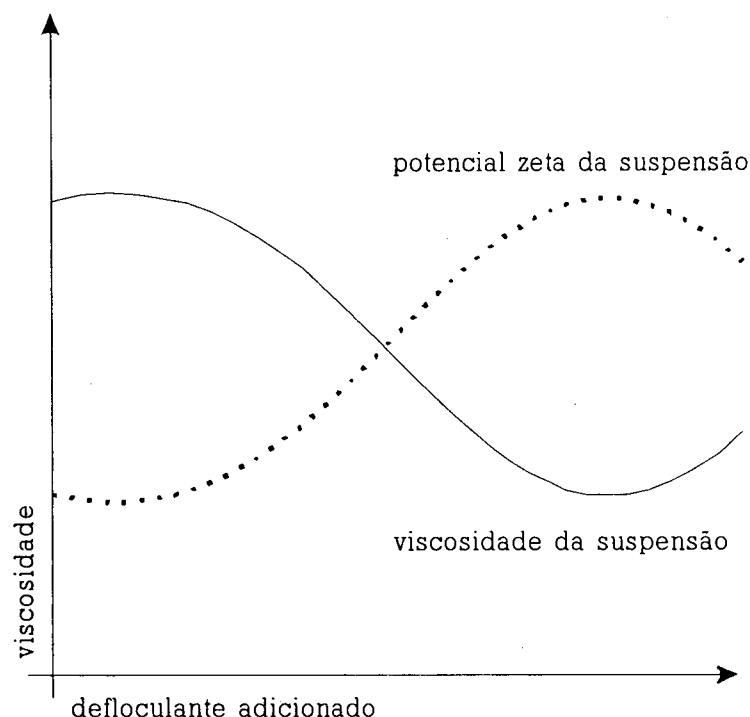


FIGURA 2.23 – Efeito da adição de defloculante sobre a viscosidade e o potencial zeta. (Ver: GOMES 1986, p.290)

Os sais que formam soluções básicas são os mais convenientes para promover a defloculação. Entre Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 ou NaOH , o primeiro proporciona defloculação mais rápida.

Uma suspensão defloculada proporciona baixa velocidade de formação de parede, mas um depósito denso e firme, pois as partículas estão individualmente separadas e, portanto, a sedimentação será muito lenta.

Uma suspensão floculada ocasiona alta velocidade de formação de parede, mas um depósito pouco denso e pouco firme, pois as partículas sedimentam mais rapidamente.

A floculação-defloculação é uma variável muito importante no processo de formação dos corpos cerâmicos por enchimento. O depósito proporcionado por uma suspen-

são floculada forma um sedimento com baixa densidade, com microestrutura aberta, de fraca coesão, altamente permeável e com grande volume, que pode ser dispersado com facilidade por agitação.

Uma suspensão defloculada origina sedimento de alta densidade, com microestrutura fechada e de alta coesão, menos permeável e com pequeno volume, em função do arranjo, face com face, das partículas, sendo difícil de dispersar.

Embora muitas variáveis influenciem a velocidade da formação de parede da peça, no processo de enchimento, o mais importante é a permeabilidade do próprio depósito, o qual controla a velocidade do fluxo de água que, através do depósito (parede formada), passa para o molde de gesso (ver: GOMES, 1986; GIPPINI, 1979; JOUENNE, 1966 e 1980; DIZ, 1984).

2.6.4. REOLOGIA DO SISTEMA ARGILA-ÁGUA

Reologia significa o estudo da fluência e da deformação da matéria em um estado viscoso, ou seja, entre o sólido e o líquido.

2.6.4.1. Viscosidade

Viscosidade é a resistência que um material fluido apresenta para "fluir". O sistema argila-água, também conhecido por suspensão ou barbotina, é aquele em que as partículas de argila dispersas em água tem hábitos lamelares. Estas moléculas deslizam umas sobre as outras.

A viscosidade de um fluido é a medida da fricção interna das suas moléculas. Quanto mais viscosidade, menor fluidez.

As suspensões floculadas têm grande tendência para formar flocos ou agregados. A rede tridimensional de partículas tem de ser desfeita para que o sistema comece a fluir. A destruição desta estrutura é a defloculação, que será instável e reversível se for mecânica, e estável se for eletroquímica.

2.6.4.2. Tixotropia

Algumas suspensões de argila, se deixadas em repouso por mais de 5 minutos, evidenciam um espessamento, isto é, tornam-se mais viscosas, assemelhando-se a um gel. Este efeito é chamado tixotropia. Estas suspensões, se submetidas a vigorosa agitação, voltam a tornar-se fluidas.

As argilas montmorilonitas são normalmente mais tixotrópicas que as outras, como por exemplo a illita (GOMES, 1989). Os

compostos orgânicos afetam diretamente o comportamento reológico das argilas montmorilonitas.

Cabe ressaltar que pesquisas mostram que uma pequena quantidade de montmorilonita, em torno de 1% a 2%, já altera o comportamento reológico de um caulim, ao contrário da presença de um quartzo, que mesmo em maior quantidade não altera o comportamento reológico do caulim.

A viscosidade de qualquer suspensão de argila em água sofre modificações com o tempo, o que é chamado de envelhecimento. Este efeito deve-se à desagregação de partículas de argila e à clivagem dos cristais individuais dos argilominerais por ação da água, que faz aumentar os contatos entre partículas e, como consequência, a viscosidade da suspensão.

Os viscosímetros são os aparelhos utilizados para medir a viscosidade, fluidez e tixotropia de uma argila ou massa. Podem ser de rotação (como os Brookfield, analógico ou digital) de torção (como o Gallemkamp e o Fann), ou de escoamento (como o Kohl ou Cupford). A viscosidade Brookfield é medida em centipoises em função da concentração de sólidos e da velocidade de rotação (10, 20 ou 100 rpm). A fluidez Gallemkamp é medida em "graus Gallemkamp" (360° G). A viscosidade Cupford é medida em quantidade de gotas que pingam em relação ao tempo (maior quantidade equivale a maior fluidez).

2.6.5. PLASTICIDADE

Reologicamente, uma massa plástica de argila difere de suspensões ou barbotinas de argila, por possuir maior concentração em sólidos e apresentar a propriedade de re-

tenção imediata de formas, após ser sujeita a deformações.

A plasticidade de uma massa, feita com argila e água, é a propriedade de mudar de forma, pela aplicação de uma força externa sem ruptura, e reter essa forma quando a força é removida ou reduzida. O grau de deformação de uma massa de argila, até chegar à ruptura, aumenta progressivamente até determinado valor, em função do conteúdo de água. A água, em quantidade adequada, forma em volta das partículas um filme com efeito lubrificante, que facilita o deslizamento das partículas umas sobre as outras quando uma tensão superficial for aplicada.

O que determina a plasticidade é a quantidade de minerais argilosos presentes. Granulometria fina e clivagem lamelar fácil e fina permitem maior superfície específica e, portanto, maior plasticidade. É o caso das ilitas e, principalmente, das montmorilonitas.

2.6.6. PROPRIEDADES DO ESTADO PLÁSTICO RELACIONADAS À FLOCULAÇÃO-DEFLOCULAÇÃO

A textura aberta de argilas floculadas proporciona maior contração na passagem do estado úmido para o seco do que as texturas mais densas de argilas defloculadas. A maior quantidade de água no sistema defloculado também implica mais contração na passagem ao estado seco.

As massas de argila defloculada originam corpos cerâmicos que, depois de secos, têm maior resistência do que aqueles resultantes de argila floculada, pelo fato de nos últimos a microestrutura ser mais aber-

ta. Esta diferença pode chegar a 100%.

Os corpos cerâmicos à base de argila defloculada possuem maior superfície específica, que, quando exposta ao calor, durante a queima, facilita a sinterização, proporcionando menor porosidade e maior resistência mecânica, em comparação com bases de argila idêntica, mas floculada. Entretanto, uma maior ou menor ação fundente dos cátions de troca pode atenuar as diferenças.

2.6.7. SECAGEM E QUEIMA DAS ARGILAS

Durante a secagem de um corpo cerâmico à base de argila, ocorrem contrações volumétricas. Estas contrações muitas vezes são desejáveis, pois permitem a desmoldagem da peça de um molde de gesso, por exemplo. Entretanto, contrações excessivas, rápidas e desuniformes podem ocasionar fendilhamento.

Quando um corpo cerâmico é formado a seco ou com pouca água, a secagem é desnecessária ou pode ser feita rapidamente em segurança, uma vez que a remoção de água não envolve contração.

Massas que exijam quantidades altas de água devem ter uma secagem controlada, e não forçada, para evitar o fendilhamento.

A velocidade de uma secagem depende da forma do corpo cerâmico. Quanto maior for a sua superfície em relação ao seu volume, mais depressa secará. A orientação das partículas constituintes afeta o grau da contração na secagem. A contração é menor na direção paralela à força (extrusão, prensagem), e maior na direção perpendicular a ela.

A resistência mecânica em um corpo seco é fundamental para avaliar a possibilidade de manipulação, no acabamento, transporte e eventualmente até na vidragem anterior à queima do corpo cerâmico, sem provocar a sua distorção ou fratura. Uma argila com teor de partículas finas e maior plasticidade apresentará alta resistência mecânica. Quanto menores e mais lamelares forem as partículas, maior será a superfície de contato entre elas, originando uma resistência mais alta.

2.7. ENSAIOS DE FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA (BARBOTINA) PARA PROCESSO DE ENCHIMENTO, COM ARGILAS SELECIONADAS

Para a obtenção de uma massa líquida com densidades mais altas, recomendadas pelas várias razões apresentadas anteriormente, apenas a adição de água não propicia os resultados desejados, pois a quantidade necessária seria muito alta e ocorreria um encharcamento dos moldes. Por isto, são utilizados defloculantes.

Os defloculantes permitem que se obtenha uma fluidez ideal, que possibilita o preenchimento do molde, com tempo de secagem adequado, formação de parede e destacamento com uma densidade ideal, sem muita água. O defloculante mais usual no Brasil é o silicato de sódio, por ser barato. Entretanto, diversos estudos mostram que defloculantes orgânicos como o "dolapix" e o "reotam 7" apresentam efeitos muito melhores, principalmente em argilas vermelhas, cujo elevado nível de cátions dificulta a defloculação (ver: CENCAL, 1990). Estes defloculantes, porém, são relativamente caros e não foram pesquisados

nesta tese, que tem como um dos seus objetivos produzir uma massa competitiva.

Os defloculantes podem causar manchas nas peças. Para que estas manchas sejam evitadas, devem ser tomados alguns cuidados, como pincelar o molde com a barbotina antes de começar a enchê-lo, evitando que a ducha de barbotina, no primeiro contato com o molde, venha a formar esta mancha. Pode-se também utilizar um prolongador, onde uma placa acessória recebe a barbotina inicial, evitando a formação da mancha. O excesso de defloculante também propicia o aumento da formação destas manchas.

As manchas de silicato são mais comuns em faiança e em massas vermelhas. Na área da mancha, o vidrado tem dificuldade de cobertura e em algumas cores acaba por se destacar a mancha (por exemplo, o azul-cobalto sobre faiança). Algumas cores de vidrados podem disfarçá-la, como o preto.

A defloculação de uma argila, como visto, é um dos fatores determinantes de sua fluidez e tem como consequência permitir o enchimento de um molde em sua totalidade, de modo uniforme. Posteriormente ao enchimento, ocorre a formação da parede, e esta formação, em termos de estrutura e tempo, está ligada à tixotropia do material, que definirá a capacidade de aglomeração e secagem das partículas.

A leitura da defloculação é realizada em um viscosímetro. Em Portugal, foi utilizado o viscosímetro de torção (Gallenkamp), com fio 36 swg e *spindle* 11/16. É um equipamento simples e muito comum naquele país. Neste equipamento, a massa líquida é colocada em um copo e o fio com o *spindle* (fuso) preso no viscosímetro é imerso na massa. Quando

solto, gira, e a primeira medição é feita medindo-se os graus na segunda volta que uma agulha presa ao fio do *spindle* dá em torno de 360 graus, representando a fluidez do material. A segunda medição é feita da mesma forma, após 5 minutos de repouso do material, e nos indica a tixotropia. A tixotropia é dada pela diferença entre a primeira e a segunda leitura do viscosímetro.

Pode-se dizer que a tixotropia é alta se a diferença entre a primeira e a segunda leitura for alta. E que a tixotropia é baixa, se a diferença entre a primeira e a segunda leitura for baixa.

Normalmente, a tixotropia nos indica a velocidade de formação de parede. Se a tixotropia é alta, a formação de parede é mais rápida; se é baixa, a formação de parede é mais lenta. Se a tixotropia for muito alta, podem ocorrer empelotamentos na parede da peça, bem como eventuais rachas e trincas, além de outros problemas já descritos anteriormente.

No Brasil, foi utilizado viscosímetro Cupford durante a execução dos ensaios. Este viscosímetro, de menor precisão, foi utilizado por estar disponível nos outros laboratórios envolvidos. Mostra a melhor fluidez de uma massa pela redução do tempo de escorrimento dessa massa, em função da quantidade de defloculante adicionada.

Segundo DIZ (1984), uma suspensão defloculada, com boa fluidez, proporciona baixa velocidade de formação de parede, mas um depósito denso e firme, enquanto que uma suspensão floculada, com alta tixotropia, ocasiona alta velocidade de formação de parede, mas um depósito pouco denso e pouco firme, portanto, indesejado.

2.7.1. MATERIAIS

As amostras Mariental e Ruínas, pré-selecionadas, foram submetidas a ensaios com massa líquida, visando seu uso em processos industriais por técnica de enchimento, usual na indústria de louça de mesa, principalmente de pequeno e médio porte. Este processo, bastante tradicional, acaba sendo eleito pelo baixo investimento de que necessita (ver: capítulo 1).

2.7.2. PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS

Cerca de 250 quilos de cada uma das amostras, ruínas e mariental, foram coletadas e secadas ao sol sobre tecido, que ajudou a absorver a umidade. Em virtude do material apresentar-se sob a forma de torrões duros e de grandes dimensões, as amostras foram quebradas, posteriormente quarteadas, passadas em moinho de mandíbula e depois em moinho de martelo. Ainda foram cominuídas em moinho tipo mó, com base em malha metálica.

Posteriormente, em porções variáveis, de 1,5 kg a 10 kg, conforme a dimensão dos moinhos de bolas disponíveis, as amostras foram moídas com água por cerca de 1 hora, até passarem, com adição de água, em peneira 325 *mesh* e apresentarem faixa residual entre 0,2% e 0,6%.

Em virtude da água presente, após a moagem, as amostras foram decantadas e secadas em placas de gesso até adquirirem uma consistência plástica. Nos ensaios realizados em Portugal, foram posteriormente amassadas e ensacadas. Nos ensaios realizados no Brasil, foram secas em estufa a 60°C, moídas e armazenadas.

Esta diferença metodológica não chegou a

afetar os resultados e trouxe para a tese a contribuição do aprendizado de utilizar procedimentos diferentes, ambos viáveis.

2.7.3. FORMULAÇÕES DESENVOLVIDAS

A densidade considerada industrialmente "ideal" para massas líquidas está em torno de 1,7, sendo que para massas de louças sanitárias normalmente é mais alta, em média 1,78, e para massas vermelhas mais baixas, em torno de 1,65. Entretanto, cabe ressaltar que algumas indústrias brasileiras, por exemplo a Oxford, em São Bento do Sul, utiliza densidade de 1,3, sem defloculante, no preparo das suas massas de faiança feldspática.

Foram realizados ensaios com as argilas ruínas (F-R) e mariental (F-M), tomando por base estes parâmetros.

2.7.4. PROCEDIMENTOS/MÉTODOS

Inicialmente foram realizadas curvas de defloculação, com o objetivo de verificar a relação ideal de densidade com percentuais de defloculante mínimos e boa fluidez.

Para se efetuar a medição da densidade, foi utilizado um instrumento chamado "picnômetro", em aço inox, que é um densímetro, referência 286F, 100CC, TARA 200. No Brasil, foi utilizado becker de vidro de 100ml.

Fluidez e tixotropia foram medidas pelo viscosímetro de Gallekamp, em Portugal, e Cupford, no Brasil.

Foram realizados ensaios com corpos de prova maciços (varetas), com 20 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro, feitos por enchimento em moldes de gesso.

Estes corpos de prova foram submetidos aos ensaios de MR (módulo de ruptura), AA (absorção de água) e RT (retração total) em temperaturas de 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C.

Os ensaios realizados respeitaram os padrões usuais de ensaios, conforme procedimentos utilizados pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (ver: BERG 1970).

Também foram utilizados corpos de prova no formato de calota esférica, comportando um volume de 250 ml (conforme padrões já adotados em outros estudos (ver: BERG, 1970), confeccionados em gesso (figura 2.24).

Neste caso, as formulações preparadas foram submetidas a ensaio de: a) defloculação; b) viscosidade; c) tempo de formação de parede (casting rate); d) velocidade de secagem; e) facilidade de destacamento; f) contração; g) deformação.

Estes ensaios visam verificar a viabilidade de utilização das argilas em estudo em peças pelo processo de enchimento.

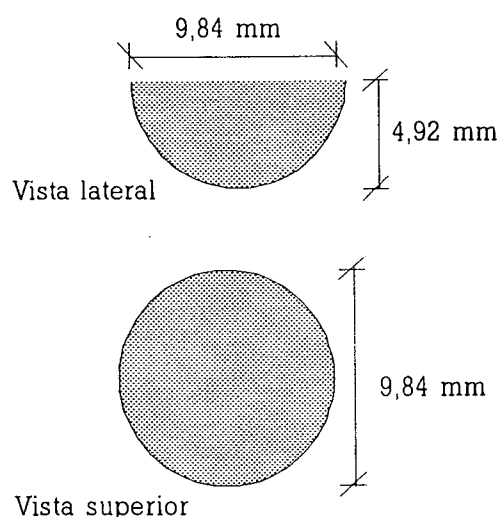
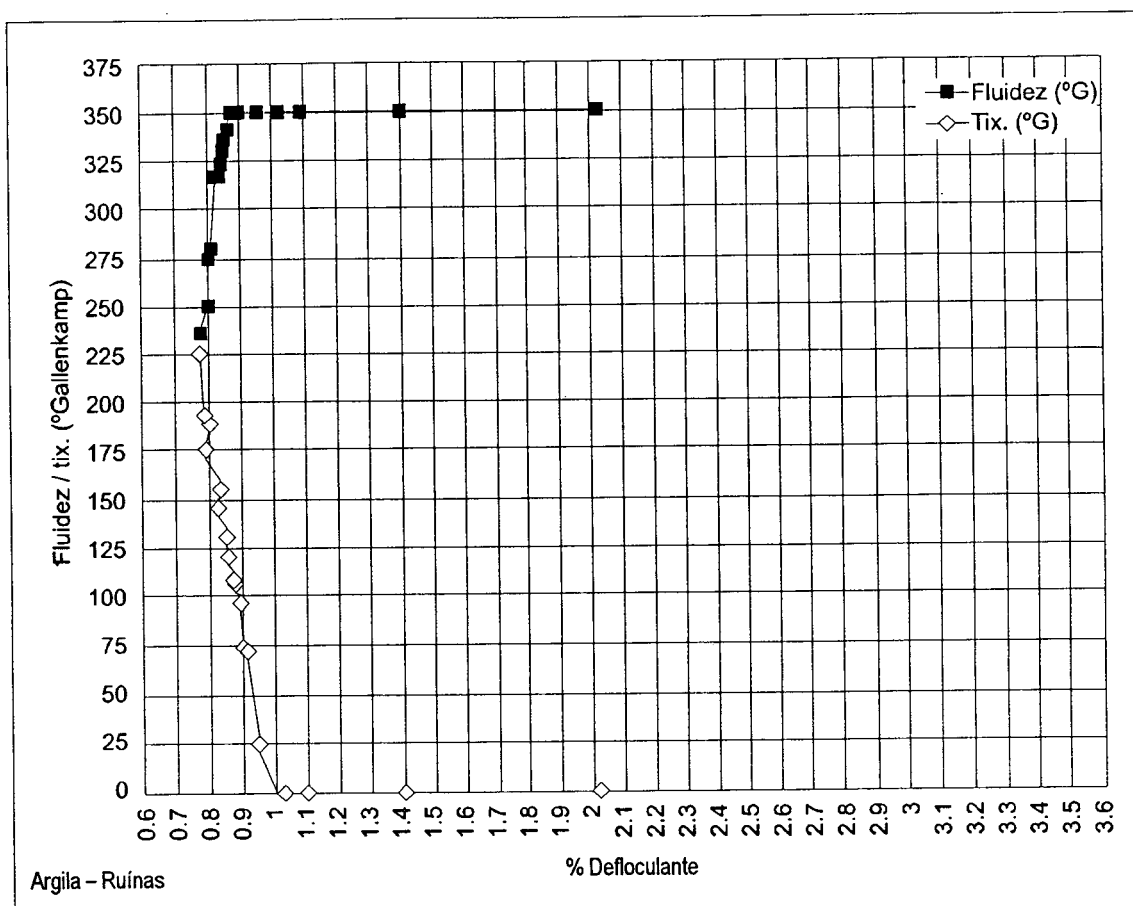


FIGURA 2.24 – Desenho de representação do corpo de prova em formato de calota esférica com volume de 250ml.

2.7.5. RESULTADOS

Na amostra Ruínas, a densidade e a quantidade de silicato de sódio adicionada na massa, que atua como defloculante, seguiu inicialmente os resultados obtidos no ensaio de fluidez e tixotropia realizado, pela curva de defloculação obtida em viscosímetro gallemkamp, conforme a figura 2.25. Nele a densidade mais alta conseguida, que apresentava marcação de fluidez, foi $d = 1,35$. Cabe salientar que as recomendações utilizadas em Portugal são de restringir a quantidade de defloculante presente em uma massa a 1%.

Ensaio realizado no Brasil apresentaram melhores resultados. Isto pode ser causado até mesmo pela diferença da água utilizada, já que as matérias-primas, argila e silicato de sódio, apresentam a mesma composição. Foram formuladas barbotinas com base nas curvas de defloculação obtidas com viscosímetro cupford com duas densidades, 1,49 (figura 2.26) e 1,6 (figura 2.27), sendo que a densidade mais alta (1,6) apresentou melhores resultados devido à menor quantidade de água presente.



CENCAL/PORTUGAL - UFSC/BRASIL

Data - 28/01/97

Ensaio - Curva de Defloculação

Matéria-prima - Argila Ruínas

Amostra - 0,916 kg de Argila Seca

(existente num volume de 1,63 l)

previamente moída num moinho de bolas

Defloculante - Silicato de Sódio L 60

(230g de silicato de sódio - volume total da
solução aquosa = 400 ml - d = 1,212 g/ml)

Densidade inicial = 1350 g/l

Densidade final = 1340 g/l

Agitação - As medições (fluidez) são efetuadas
após 5 min de agitação a 500 r.p.m.

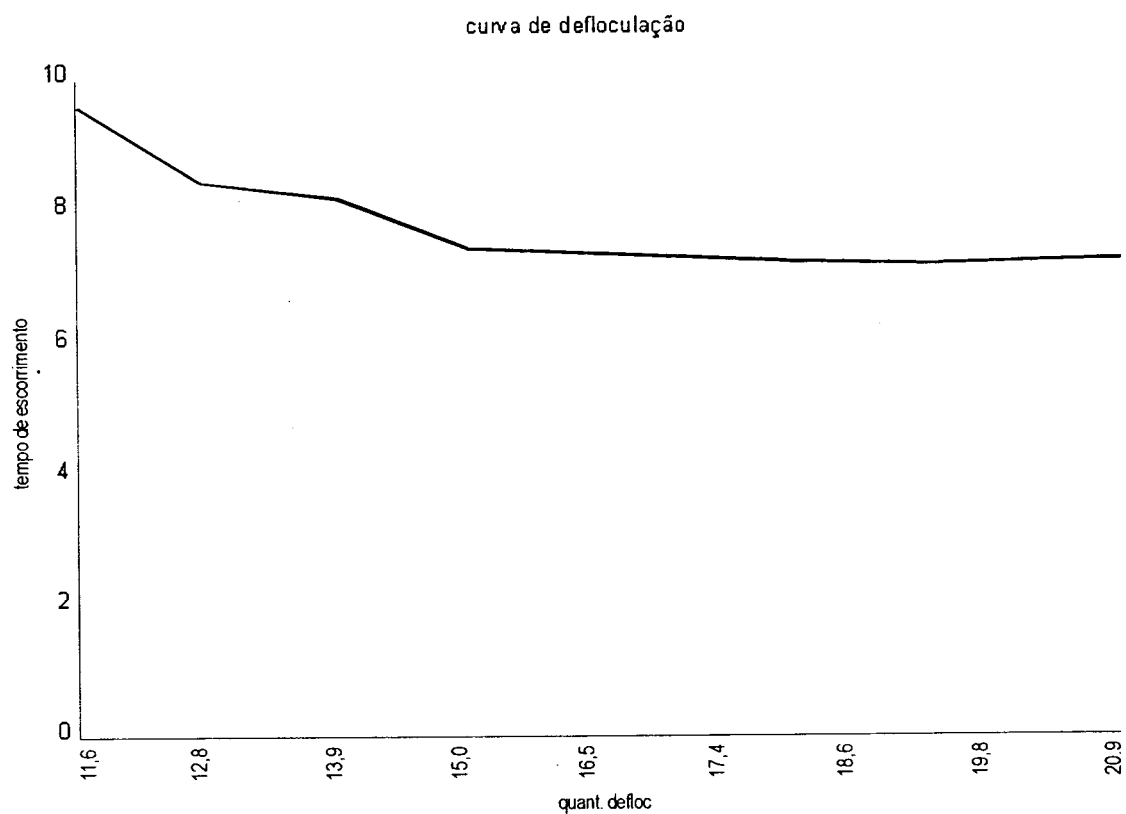
Tixotropia - Leitura efetuada após 5 min. em
repouso.

Viscosímetro de Gallenkamp:

"cilindro - 11/16 polegadas de diâmetro" e
"fio 36 SWG".

Defl. %	Fluidez (°G)	Tix. (°G)
0,76	170	
0,77	235	225
0,78	250	190
0,79	250	176
0,80	275	187
0,81	280	145
0,82	317	153
0,84	317	130
0,85	324	121
0,86	330	110
0,87	337	107
0,88	350	95
0,90	350	75
0,91	350	73
0,96	350	25
1,02	350	0
1,09	350	0
1,40	350	0
2,03	350	0

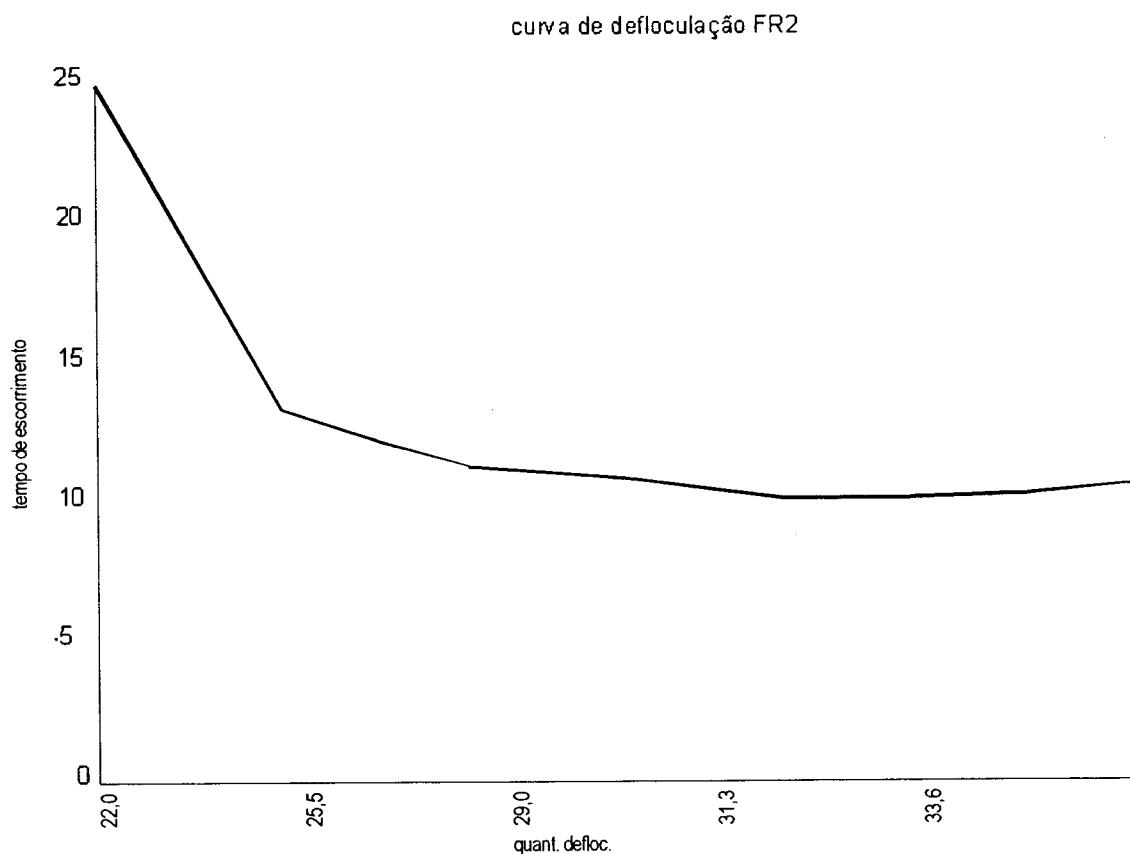
FIGURA 2.25 - Curva de defloculação com massa F-R P, viscosímetro gallemkamp



Defloculação (g)	11,6	12,8	13,9	15,0	16,5	17,4	18,6	19,8	20,9
Tempo de escoamento (s)	9,37	8,76	8,54	7,82	7,81	7,77	7,72	7,75	7,79

melhor tempo
defloculante - 1,16g/ml

FIGURA 2.26 - Curva de defloculação com massa F.R 1, viscosímetro cupford.



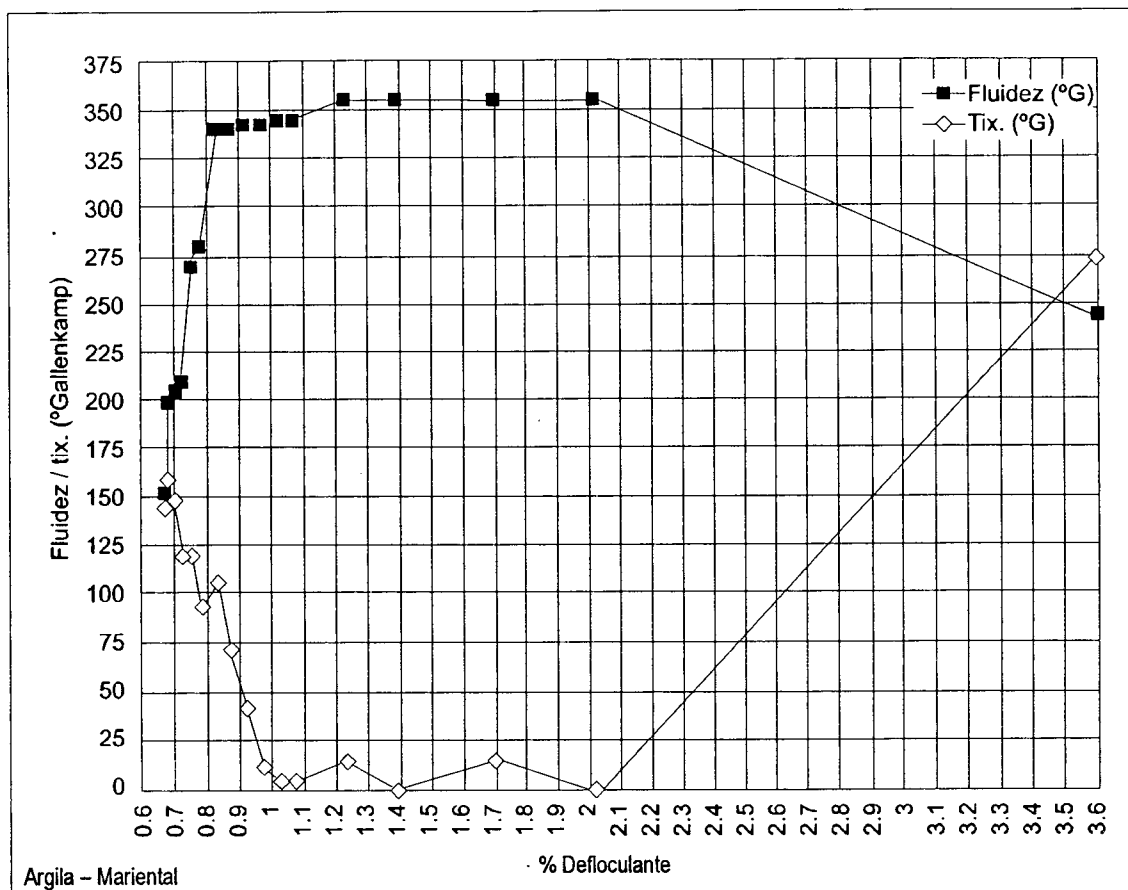
Defloculação (g)	22,0	24,6	25,5	27,8	29,0	30,2	31,3	32,5	33,6	34,8
Tempo de escorrim. (s)	24,35	13,80	12,40	11,43	10,65	10,71	10,28	10,67	10,58	11,01

melhor tempo
defloculante - 1,16g/ml

FIGURA 2.27 - Curva de defloculação com massa F-R 2, viscosímetro cupford.

O mesmo procedimento adotado na amostra Ruínas foi adotado para a amostra Mariental. No ensaio realizado em Portugal, a quantidade inicial de silicato de sódio a ser adicionada teve por base a curva de defloculação realizada com viscosímetro gallemkamp (figura 2.28). Nos ensaios

realizados no Brasil, a curva de defloculação, realizada com uso de viscosímetro "cupford", obedeceu aos mesmos padrões obtidos em Portugal. Não foi possível alcançar nível de fluidez com densidade mais elevada. E a densidade ficou em 1,35.



CENCAL/PORTUGAL - UFSC/BRASIL

Data - 28/01/97

Ensaio - Curva de Defloculação

Matéria-prima - Argila Mariental

Amostra - 0,730 kg de Argila Seca

(existente num volume de 1,3 l
previamente moída num moinho de bolas)

Defloculante - Silicato de Sódio L 60

(230g de silicato de sódio - volume total da
solução aquosa = 400 ml - d = 1,212 g/ml)

Densidade inicial = 1350 g/l

Densidade final = 1340 g/l

Agitação - As medições (fluidez) são efe-
tuadas após 5 min. de agitação a 500 r.p.m.

Tixotropia - Leitura efetuada após 5 min.
em repouso.

Viscosímetro de Gallenkamp:

"cilindro - 11/16 polegadas de diâmetro" e
"fio 36 SWG".

Defl. %	Fluidez (°G)	Tix. (°G)
0,67	153	145
0,68	200	160
0,70	205	149
0,72	210	120
0,75	270	120
0,78	280	95
0,83	340	107
0,87	340	72
0,92	342	42
0,97	342	12
1,02	345	5
1,07	345	5
1,23	355	15
1,39	355	0
1,70	355	15
2,02	355	0
3,60	243	273

FIGURA 2.28 - Curva de defloculação com massa F-M, viscosímetro gallemkamp.

As formulações das massas com argila ruínas foram: F-R 1 - Ruínas 49,489%, Água 49,489%, Silicato de Sódio 1,022%; F-R 2 - Ruínas 60,07%, Água 38,22%, Silicato de Sódio 1,71%; e F-R P - Ruína 40,2%, Água 59,0%, Silicato de Sódio 0,8%. A formulação da massa com argila mariental foi: F-M - Mariental 42,0%, Água 57,1%, Silicato de Sódio 0,9%.

Nos corpos de prova (varetas) ensaiados no Brasil, houve dificuldade de enchimento, principalmente devido às dimensões dos corpos e à baixa fluidez das massas, (tabelas 2.13, 2.14 e 2.15 apresentam os resultados obtidos para absorção de água - AA, módulo de ruptura - MR e retração total - RT).

TABELA 2.13 - AA (Absorção de Água) a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C, em corpos de prova produzidos por enchimento. Os dados são a média obtida entre dez corpos de prova testados.

Massas	110°C	800°C	1000°C	1060°C	1080°C	1100°C	1150°C
F-M	-	30,51%	13,93%	4,52%	1,88%	4,56%	-
F-R 1	-	31,38%	15,90%	4,77%	1,66%	1,91%	2,45%
F-R 2	-	27,38%	15,68%	4,48%	1,16%	0,61%	1,07%
F-R P	-	30,38%	13,57%	4,06%	3,52%	5,66%	-

TABELA 2.14 - MR, a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C, em corpos de prova produzidos por enchimento. Os dados são a média obtida entre dez corpos de prova testados.

Massas	110°C	800°C	1000°C	1060°C	1080°C	1100°C	1150°C
F-M	23,33 kf/cm ²	117,80 kf/cm ²	318,69 kf/cm ²	389,99 kf/cm ²	452,68 kf/cm ²	300,67 kf/cm ²	-
F-R 1	28,85 kf/cm ²	81,12 kf/cm ²	310,13 kf/cm ²	335,37 kf/cm ²	461,38 kf/cm ²	367,61 kf/cm ²	413,09 kf/cm ²
F-R 2	26,09 kf/cm ²	79,14 kf/cm ²	318,70 kf/cm ²	368,59 kf/cm ²	425,80 kf/cm ²	395,68 kf/cm ²	350,98 kf/cm ²
F-R P	23,08 kf/cm ²	184,06 kf/cm ²	284,25 kf/cm ²	486,94 kf/cm ²	434,62 kf/cm ²	523,17 kf/cm ²	-

TABELA 2.15 – RT, a 110°C, 800°C, 1000°C, 1060°C, 1080°C, 1100°C e 1150°C, em corpos de prova produzidos por enchimento. Os dados são a média obtida entre dez corpos de prova testados.

Massas	110°C	800°C	1000°C	1060°C	1080°C	1100°C	1150°C
F-M	8,9%	10,43%	19,56%	29,08%	29,53%	29,12 %	-
F-R 1	8,9%	9,07%	17,00%	25,68%	26,73%	26,75	25,81%
F-R 2	6,9%	6,96%	13,96%	24,29%	25,29%	24,26%	23,98%
F-R P	10,09%	10,81%	20,62%	27,80%	27,97%	29,16%	-

Com a amostra F-R P foram preenchidos dois moldes em forma de calota esférica. No primeiro, o tempo de formação de parede foi de 30 minutos e o tempo de desmoldagem de 1 hora. A espessura da parede formada foi de 6,4 mm. A parede da peça formada apresentou boa secagem superficial, mas internamente apresentou aspecto úmido.

No segundo, o tempo de formação de parede foi de 15 minutos e o tempo de desmoldagem também de 15 minutos. A espessura da parede formada foi de 4,6 mm (ta-

bela 2.16). A parede da peça apresentou boa secagem superficial, mas permaneceu com o aspecto úmido interno.

Com a amostra F-R 1 e F-R 2, os corpos de prova em forma de calota esférica apresentaram melhor resultado. O tempo de formação de parede foi de 10 minutos e o tempo de desmoldagem de 30 minutos. A espessura da parede formada foi de 3 mm. As paredes das peças formadas apresentaram boa secagem superficial e interna, mas a contração permaneceu elevada.

TABELA 2.16 – Análise da barbotina com amostra Ruínas

Formulação	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Formação da Parede	Tempo de Secagem	Espessura da Parede	Temperatura de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Ruínas 40,2% Água 59,0% Silicato 0,8%	1,35	135°C	-----	30 min.	1 hora	6,4 mm	1080°C	1,38%	29,12
		(baixa)	(alta)	15 min.	15 min.	4,6 mm	1080°C	1,12%	28,7
Ruínas 49,489% Água 49,489% Silicato 1,022%	1,42	-----	-----	10 min.	30 min.	3 mm	11300°C	2,41%	23,35
Ruínas 60,07% Água 38,22% Silicato 1,71%	1,59	-----	-----	10 min.	30 min.	3 mm	1130°C	1,25%	21,6

A formulação F-M acabou necessitando de uma adição extra de defloculante, apresentando uma fluidez de 305 (graus "G" - galenkamp). Não houve leitura para tixotropia - 15 graus na primeira volta (tabela 2.17). O tempo de formação de parede foi de 30

minutos e o tempo de desmoldagem de 30 minutos. A espessura da parede formada foi de 4,8 mm. A parede da peça formada apresentou boa secagem superficial, mas internamente permaneceu com aspecto úmido.

TABELA 2.17 - Análise da barbotina com amostra Mariental

Formulação	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Formação da Parede	Tempo de Secagem	Espessura da Parede	Temperatura de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Mariental 42,0% Água 57,1% Silicato 0,9%	1,35	305°C (alta)	----- (alta)	30 min.	30 min.	4,8 mm	1095°C	0%	29,01

TABELA 2.18 - Comparação de contrações entre argilas mariental e ruínas em corpos de prova em calota esférica, feitos com massas líquidas (barbotinas).

Corpos de Prova	% de Contração				
	Úmido/ seco	Seco/ queimado 1000°C	Seco/ queimado 1070°C	Total úmido/ queimado 1000°C	Total úmido/ queimado 1070°C
F-M P	10,3	13,8	14,9	19,56	29,12
F-R P	8,9	13,2	14,8	20,9	29,16
F-R 1	8,9	-	-	17,00	23,35
F-R 2	6,9	-	-	13,96	21,06

8.7.6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As argilas ruínas e mariental apresentam características de fluidez a uma densidade muito baixa. Esta baixa densidade em linha de produção pode trazer problemas, pois os moldes de gesso irão apresentar saturação de água em poucas vezes de uti-

lização, necessitando de secagens intermediárias, que acabam por reduzir a sua vida útil. Isto acarreta custos que poderão inviabilizar a utilização isolada destas argilas. Entretanto, podem ser utilizadas mesas aquecidas para secagem, que melhorariam as condições de produção.

As argilas testadas também apresentaram

grande dificuldade de defloculação, com altos níveis percentuais de água e defloculante, o que também acarreta muitos problemas.

A densidade ideal para argilas vermelhas está em torno de 1,6 a 1,65 g/l. A massa F-R 2 foi a que apresentou maior densidade, 1,60. Entretanto, a fluidez permaneceu baixa e a tixotropia elevada, dificultando a produção de peças, além de também apresentar contração elevada, o que é indesejável. Esta contração decorre da elevada quantidade de água presente na composição, bem como das características das argilas (tabela 2.18).

Baixa fluidez e elevada tixotropia dificultam a produção de peças com espessura muito fina, pois a formação da parede é rápida e conseqüentemente ocorre a formação de uma parede com microestrutura aberta e fraca coesão. Também ocorrerão dificuldades na produção de peças maciças por enchimento, pela dificuldade de a massa preencher todos os espaços existentes (pela baixa fluidez), além do contato das duas paredes da peça com o molde de gesso, que propiciará uma alta velocidade do fluxo de água que passará ao molde de gesso através da parede formada, contribuindo ainda mais para a fraca coesão das partículas.

Isto pode ter sido responsável pela característica interna úmida que as massas apresentaram após a formação da parede.

Os resultados apresentados nos ensaios com varetas são inferiores àqueles obtidos nos corpos de prova produzidos por prensagem, com massa seca, e mesmo nos produzidos por extrusão, com massa plástica.

Isto se deve à elevada quantidade de água presente, que, em contato com o molde de gesso, é absorvida rapidamente nas paredes, mas impede que a água interna seque, ficando contida no interior dos corpos de prova, sendo apenas liberada na secagem e durante a queima. Isso que produz bolhas de ar entre as partículas e, conseqüentemente, diminui sua resistência mecânica, aumenta sua retração e aumenta sua porosidade e absorção de água. Melhorar a defloculação poderá garantir melhores resultados.

Outro ponto a ser verificado é que, caso permaneça em recipiente vedado, a massa F-R 2 não mantém a tixotropia quando agitada, mas caso permaneça ao ar livre, a tixotropia permanece mesmo após agitação.

2.7.7. CONCLUSÃO

A argila Mariental não apresentou fluidez para densidades acima de 1.35, o que dificulta, particularmente, sua utilização em barbotinas.

A argila Ruínas apresentou baixa fluidez e alta tixotropia, o que também não a aponta como ideal. A massa F-R 2 apresentou melhores resultados quanto à absorção de água. Sua resistência mecânica, apesar de ser mais baixa que as demais, ainda é considerada elevada. Sua retração total ainda é muito elevada, apesar de ser a mais baixa entre as massas formuladas.

Frente a estes resultados, a adição de outros componentes poderia beneficiar a utilização destas matérias-primas sob via líquida (barbotina), tornando-as mais aptas ao fabrico de produtos.

2.8. FORMULAÇÃO DE BARBOTINA COM ARGILA RUÍNAS E ADIÇÃO DE OUTROS COMPONENTES

Considerando os resultados dos ensaios de massa líquida com as amostras F-R e F-M e visando obter melhores resultados, foram selecionadas outras matérias-primas já utilizadas e disponíveis na região de Campo Largo e arredores, no Brasil, usualmente utilizadas na indústria cerâmica na produção de massas.

Estas matérias-primas foram testada em combinação com a argila Ruínas (F-R), que apresentou resultados superiores à Mariental (F-M), ou seja, uma melhor relação entre fluidez e tixotropia, bem como melhor resistência mecânica, absorção de água e retração total.

2.8.1. MATÉRIAS-PRIMAS SELECIONADAS

As matérias-primas selecionadas na Região Metropolitana de Curitiba foram: o caulim horii, o filito aruanã, a argila campestre marrom e o quartzo pianaro. A adição de chamote também foi considerada. São matérias-primas de uso corrente industrialmente e selecionadas com base nos resultados dos ensaios realizados com as amostras.

2.8.2. ENSAIO COM ARGILA RUÍNAS E QUARTZO PIANARO

A adição "ideal" de quartzo em massas vermelhas pode variar entre 20 e 35% (ver: CENCAL 1990). Considerando o aspecto úmido da barbotina inicial, bem como o elevado percentual de silicato de

sódio presente na formulação para obtenção de fluidez, optou-se por adicionar 30% deste material e 70% de argila na composição inicial.

O quartzo, para apresentar uma boa incorporação na massa, deve ter uma granulometria rigorosamente controlada, que apresente 13,5% de resíduo em #325 (referência P10 - conforme fornecedor do CENCAL em Portugal).

O quartzo é o responsável pelo esqueleto da massa. Basicamente, é uma areia com elevado teor de sílica, que diminui a contração da massa. Funciona como redutor de plasticidade da massa e durante a queima aumenta de volume. Se o quartzo estiver distribuído uniformemente na massa, a dilatação efetua-se sem acidentes e resulta numa diminuição da contração total da massa, na queima. Evita empenos e rachaduras, ajudando a manter a forma final da peça.

O quartzo também modifica certas propriedades físicas da massa, por exemplo, a fusibilidade e a dilatação, daí por que a composição da massa deve ser bem controlada. Também permite obter um bom acordo massa-vidrado.

Para obtenção de uma densidade de 1,35, foi calculada a quantidade de água necessária. Para isto, determinou-se o valor do peso seco para um litro de água, aplicando-se a fórmula de Brougnart [$P_s = (D-1) P_s / P_s - 1$]; determinou-se então o volume dos sólidos [$V = P_s / D_s$], e a seguir o volume de água [$V_{H_2O} = 1000 - V_s$].

Para saber a quantidade de peso final de água a ser adicionado, calculou-se o valor do peso das matérias-primas em úmido, após secagem de 100 gramas em estufa a 110 graus, e descontou-se este valor da

água total. O defloculante foi adicionado a partir de 0.3% na mistura.

Foram realizados testes em corpos de pro-

va e para isto foi enchido um molde em forma de calota esférica com um volume de 250 ml.

TABELA 2.19 – Composição de barbotina com amostra ruínas e quartzo pianaro

Massa	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Desmoldagem	Espessura de Parede	Temp. de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Ruínas 33% Quartzo 14,1% Água 52,6% Silicato 0,3%	1,35	250°C (boa-alta)	80°C tix = 170 (boa-média)	25 min.	8,2 mm	1090°	1,86%	20,73%

Para esta composição, a parede formada foi bastante espessa, em um tempo fixado em 20 minutos, o que significa que a formação de uma parede ideal seria rápida. Mas a parede permaneceu com o aspecto úmido internamente, embora seca superficialmente. Para uma queima a 1090°C, a absorção de água foi mais alta, 1,86%, em relação aos outros materiais adicionados. Houve mais facilidade em deflocular esta composição. A quantidade de água adicionada foi a menor de todas, bem como a de defloculante. Também apresentou bom índice de fluidez e tixotropia. Entretanto, a contração ainda é elevada, conforme a tabela 2.19.

2.8.3 ENSAIO COM A AMOSTRA RUÍNAS E O CAULIM HORII

Conforme determinado para o quartzo, optou-se por fazer adição com as mesmas proporções, a título de facilitar comparações: 30% de caulim para 70% de argila ruínas.

O caulim é um argiloso magro constituído principalmente por caulinita e haloisita. O caulim reduz a plasticidade, pode mudar a cor da massa, pois é muito branco, e, por ser refratário, aumenta o ponto de fusão/vitrificação da massa. Entretanto, pode ajudar a manter a resistência mecânica em cru, que o material perde com a adição de quartzo. A proporção de caulim em uma massa vermelha pode variar entre 15 e 30% (ver: CENCAL 1990), dependendo das suas características e dos efeitos pretendidos na massa.

Tudo indica que o caulim em uso é sedimentar (resulta do transporte, deposição e purificação de caulins primários ou argilas caulínicas, por meio de correntes de água doce e matéria orgânica), tendo em vista que a bibliografia disponível sobre caulins da região assim os classifica (SOUZA SANTOS, 1989). São geralmente constituídos de caulinita bem ou mal cristalizada, de granulometria fina, boa plasticidade e resistência mecânica a cru apreciável.

TABELA 2. 20 - Composição de barbotina com argila ruínas e caulim horii

Massa	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Desmoldagem	Espessura de Parede	Temp. de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Ruínas 31,4%	1,35	45°G (baixa)	----- (alta)	40 min.	4,5 mm	1090°	0,18%	21,74%
Quartzol 3,4%								
Água 54,4%								
Silicato 0,8%								

Foram realizados testes em corpos de prova enchendo-se um molde em forma de calota esférica com um volume de 250 ml. Os resultados são apresentados na tabela 2.20.

O tempo de formação de parede foi de 25 minutos e o tempo de desmoldagem de 40 minutos. A espessura da parede formada foi de 4,5 mm.

A parede da peça formada apresentou boa secagem superficial, mas internamente permaneceu com aspecto úmido. Submetida a uma queima a 1090°C, apresentou um baixo índice de absorção de água, 0,18%. Entretanto, a dificuldade de defloculação foi alta, exigindo maior quantidade de defloculante.

A fluidez foi baixa e a tixotropia alta. O percentual de retração total ainda é elevado.

2.8.4. ENSAIO COM A ARGILA RUÍNAS E O FILITO ARUANÃ

A adição de filito seguiu a mesma proporção estabelecida para os componentes anteriores, ou seja, 30 % de filito e 70% de argila ruínas.

O filito, segundo BERG (1970), é uma matéria-prima plástica, composta de caulinita, mica e quartzo, com baixa resistência mecânica em cru, mas com apreciável sinterização em baixas temperaturas, 1100°C. Em relação aos caulins, possuem ainda elevada resistência mecânica após queima em temperaturas da ordem de 1250°C. Além disto, os filitos apresentam certas vantagens ao serem empregados, porque são de fácil defloculação e desagregação em água, têm uma ação fluxante mais ativa que os feldspatos e apresentam baixa retração de secagem e queima.

Segundo SOUZA SANTOS (1992), a pirofilita é um silicato de alumínio hidratado contendo 66,7% de sílica, 28,3% de alumina e 5,0% de água. Diversas rochas que vêm sendo designadas com o nome genérico de "filitos" (nome errado e impróprio geologicamente), de aspecto xistoso, cor variando de branca a cinzenta, têm sido consideradas como sendo constituídas por pirofilita.

Estas rochas contêm silicatos de alumínio hidratados, além de teores elevados de metais alcalinos, especialmente potássio. Alguns estudos mostram que apresentam

proporções variáveis de mica moscovita finamente dividida ou sericita, caulinita e quartzo. Vêm sendo utilizadas na indústria de cerâmica branca (louça doméstica, azulejos e refratários) como fundente, devido ao teor elevado de metais alcalinos, o que é uma contribuição original brasileira no campo da cerâmica. Nesse caso, substituem parcialmente os feldspatos, pelo alto teor de potássio, que vai até 8%. Melhora a resistência mecânica após queima, a faixa de queima e a resistência ao choque térmico.

Para o mesmo autor, os "filitos cerâmicos" vêm sendo utilizados pela indústria de louça sanitária como substitutos parciais da parte argilosa e do feldspato, ou de outra

parte fundente (dolomita, calcário). São também utilizados para aumentar a velocidade de sinterização ou de vitrificação de massas cerâmicas para louça de mesa.

São facilmente moídos para peneira malha 325 (ABNT) e apresentam baixo resíduo em peneira malha 200, possibilitando seu uso sem beneficiamento prévio. Além disso apresentam baixa higroscopicidade, baixa plasticidade e resistência à flexão a cru extremamente baixa.

Foram realizados testes em corpos de prova, preenchendo-se um molde em forma de calota esférica com um volume de 250 ml (tabela 2.21).

TABELA 2.21 – Composição de barbotina com argila ruínas e filito aruanã

Massa	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Desmoldagem	Espessura de Parede	Temp. de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Ruínas 29,8% Filito 12,8% Água 56,8% Silicato 0,8%	1,35	190°C (boa-média)	137°C tix = 63 (boa-baixa)	40 min.	5,1 mm	1090°C	0,15%	20,73%

O tempo de formação de parede foi de 25 minutos e o tempo de desmoldagem de 40 minutos. A espessura da parede formada foi de 5,1 mm. Após queima a 1090°C a absorção de água foi baixa, 0,15%. A quantidade de defloculante foi mais alta, bem como a quantidade de água adicionada na massa, o que encharca os moldes.

A parede da peça formada apresentou boa secagem superficial, mas internamente permaneceu com aspecto úmido. Houve redução da tixotropia. A retração total ainda é elevada, embora das mais baixas apresentadas.

2.8.5. ENSAIO COM A AMOSTRA RUÍNAS E CHAMOTE

Os chamotes são produtos da calcinação à alta temperatura da argila (temperatura igual ou superior à de queima da massa).

São completamente inertes: não aumentam a dilatação nem modificam a composição química das argilas usadas na massa.

Entram freqüentemente na composição do grês (5%), especialmente em peças de grandes dimensões.

São por excelência os desengordurantes dos produtos refratários, nos quais a percentagem de chamote é geralmente elevada. O chamote utilizado é produzido por uma empresa portuguesa de massas ver-

melhas e é calcinado à baixa temperatura, desagregando-se facilmente em água, além de ser muito fino (não apresentou resíduo em # 325).

TABELA 2.22 - Composição de barbotina com amostra ruínas e chamote

Massa	Densidade	Fluidez	Tixotropia	Tempo de Desmoldagem	Espessura de Parede	Temp. de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Ruínas 34,2% Chamote 14,6% Água 50,5% Silicato 0,7%	1,35	345°C (alta)	245°C tix = 100 (boa-baixa)	20 min.	7,0 mm	1090°C	0%	23,2%

Para esta composição, a parede formada foi bastante espessa, em um tempo fixado em 25 minutos, o que significa que a formação de uma parede ideal seria rápida. Mas permaneceu o aspecto úmido interno, embora seca superficialmente. Para uma queima a 1090°C, a absorção foi nula. Houve facilidade em deflocular esta composição. A quantidade de água adicionada foi mais baixa, compensada pelo aumento da quantidade de defloculante. Apresentou bom índice de fluidez e tixotropia. A retração total é elevada, conforme mostrado na tabela 2.22.

2.8.6. CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos, pode-se verificar que a composição com quartzo e a com chamote apresentaram maior facilidade de

defloculação, com menor quantidade de água e/ou defloculante e uma formação de parede rápida, além de bom índice de fluidez e tixotropia. A desvantagem fica por conta do aumento da absorção de água a 1090°C, em relação ao material puro, que apresenta absorção de água em torno de 0%. Entretanto, este índice encontra-se dentro dos padrões internacionais de absorção de água, permitidos em louça de mesa, cujo limite é 10%.

A retração total das peças ainda é elevada, sendo que com adição de quartzo e com adição de filito são mais baixas. Estas contrações são comparáveis à porcelana e portanto exigiram cuidados especiais na confecção de peças. Estes dados encontram-se na tabela 2.23.

TABELA 2.23 – Comparação entre as diferentes formulações de massas

Massas	Densidade	Tempo de Formação de Parede	Tempo de Desmoldagem	Espessura da Parede	Temperatura de Queima	% de Absorção de Água	% de Contração
Massa 1 Ruínas 33,0% Quartzo 14,1% Água 56,0% Silicato 0,3%	1,35	25 min.	20 min.	8,2 mm	1090°C	1,86	20,73%
Massa 2 Ruínas 31,4% Caulim 13,4% Água 54,4% Silicato 0,8%	1,35	25 min.	40 min.	4,5 mm	1090°C	0,18	21,74%
Massa 3 Ruínas 29,8% Filito 12,8% Água 56,8% Silicato 0,6%	1,35	25 min.	40 min.	5,1 mm	1090°C	0,15	20,73%
Massa 4 Ruínas 34,2% Chamote 14,6% Água 50,5% Silicato 0,7%	1,35	25 min.	20 min.	7,0 mm	1090°C	0%	23,7%
Massa 5 Ruínas 40,2% Água 59,0% Silicato 0,8%	1,35	30 min.	20 min.	6,4 mm	1095°	0%	24,2%

2.9. FORMULAÇÃO DE MASSAS LÍQUIDAS (BARBOTINAS) COM DIVERSAS MATÉRIAS-PRIMAS E ARGILA RUÍNAS

Com o objetivo de obter uma formulação de massa adequada com a argila ruínas, foi realizado um experimento no qual foram formuladas três massas, com base nos resultados anteriores, bem como na formulação usual de massa para louça de mesa adotada em Portugal. O objetivo foi formular uma quantidade de cada uma das massas que permitisse a confecção de peças por enchimento, já produzidas sem problemas com outras formulações usuais, como faiança e porcelana.

2.9.1. MATERIAIS

Foram realizadas três experiências comparativas com massas formuladas dentro dos padrões utilizados nas empresas portuguesas. Foi realizado um experimento com a argila F-R, um com a argila F-R e quartzo, pelo fato de apresentar bom resultado nos ensaios anteriores, e um com argila F-R, caulim, quartzo, filito, carbonato de sódio e carbonato de bário, que são matérias-primas normalmente utilizadas na formulação de uma massa em Portugal.

Foram utilizados os materiais disponíveis em Portugal. A argila F-R e o filito eram matérias-primas brasileiras (tabela 2.24).

2.9.2. MÉTODOS / PROCEDIMENTOS

Com base na análise e nas conclusões dos ensaios anteriores, optou-se por fazer algumas massas líquidas e testá-las diretamente em peças, pelo processo de enchimento, selecionando para isso um prato simples e duas tigelas, uma com aba triangular e outra com aba quadrada, desenvolvidas e apresentadas no capítulo 3.

Foram desenvolvidas três formulações comparativas com a argila ruínas.

A primeira formulação utilizou 100% de argila ruínas, a segunda utilizou 70% de argila ruínas e 30% de quartzo P10(português) e a terceira utilizou 35% de argila ruínas,

30% de quartzo P10 (português), 30% de caulim cauliminas (português) e 5% de filito aruanã (do Brasil), além de utilizar dois aditivos para melhorar a defloculação, carbonato de sódio 0.1% e carbonato de bário 0.05%. Esta terceira formulação foi feita com base nas formulações de massas mais comuns em cerâmica vermelha em Portugal.

A opção por preparar uma quantidade maior de massa e testá-la em peças também foi em função de se perceber que os resultados em corpos de prova poderiam não se repetir em peças com escalas maiores. Pode-se verificar uma alteração na absorção de água (porosidade) e também nas paredes, que não se apresentaram úmidas internamente, mas com boa formação.

2.9.3. RESULTADOS

TABELA 2.24 - Formulação das três massas com amostra ruínas testadas em peças.

Massa	Defloculante	Densidade g/dm ³	Fluidez °G	Tixotropia	Tempo de Formação de Parede	Tempo de Desmoldagem	Aspecto
Ruínas 40,05% Água 59,0% Defloculante 0,85%	0.95%	1,31	165°G 310°G 1 ^a v	15 min.	30 min.	Seco, bom resultado nas duas tigelas
Ruínas 33,0% Quartzo p10 14,1% Água 52,08% Defloculante 0,82%	0.82%	1,41	70°G 290°G 1 ^a v	15 min.	15 min.	Seco, bom resultado na tigela de aba quadrada
Ruínas 21,0% Caulim 18,0% Quartzo P10 18,0% Filito 3% Carbonato de Sódio 0,1% Carbonato de Bário 0,05% Água 39,36% Defloculante 0,49%	0,49%	1.6	215°G	145°G	15 min.	30 min. nas abas	Seca, desfolhou nas duas tigelas

TABELA 2.25 - Comparação entre três massas com amostra ruínas aplicadas por enchimento em tigelas de sopa.

Massas		Absorção %	Retração Total %		RM Cru kgf/cm ²
			985°C	1030°C	
Ruínas	40,05%	0,5	17,0%	25,3%	60,7
Água	59,0%				
Defloculante	0,95%				
Ruínas	33,0%	5,0	14,2%	19,5%	52,5
Quartzo P10	14,1%				
Água	52,08%				
Defloculante	0,82%				
Ruínas	21,0%	17,9		7,8%	46,4
Caulim	18,0%				
Quartzo P10	18,0%				
Filito	3%				
Carbonato					
Sódio	0,1%				
Carbonato					
Bário	0,05%				
Água	39,36%				
Defloculante	0,49%				

2.9.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na formação da peça, apesar das altas contrações apresentadas, a que menos empenhou e apresentou melhor formação de parede foi a com 100% de argila ruínas.

Não foi possível encher adequadamente o prato com nenhuma das três massas. Isso porque, em seu centro, o prato apresenta uma espessura muito fina, e a massa deveria ser mais líquida para preenchê-lo. Nas três tentativas, o prato não ficou completo.

A tigela com aba triangular, muito fina, não formou uma boa parede na aba. O que provavelmente aconteceu, pela secagem superficial rápida das três formulações, é que não houve tempo para que a parede interna

perdesse a umidade adequadamente. Na desmoldagem, as abas abriam como folhas.

A tigela com aba quadrada, que apresenta uma espessura maior nas abas (4 mm), moldou sem apresentar problemas. A massa ruínas desmoldou bem nas duas tigelas. A massa com quartzo e argila ruínas desmoldou bem apenas na tigela quadrada. A massa com argila ruínas, quartzo e caulim não desmoldou bem em nenhuma das peças, revelando tendência a desfolhar em todas elas (tabela 2.25).

2.9.5. CONCLUSÕES

As composições apresentaram diferentes comportamentos na formação de peças, o que demonstrou uma certa dificuldade na

obtenção de peças por processos via líquida.

Os resultados obtidos indicam que a utilização da argila ruínas sem adição de outros materiais foi a que apresentou melhores peças, pois, embora com elevada contração, não apresentaram deformação. Entretanto, estes resultados não excluem a possibilidade de estudos mais detalhados e aprofundados, com adição de outros materiais, recombinações.

2.10. CONCLUSÕES SOBRE OS EXPERIMENTOS DE FORMULAÇÃO DE MASSA LÍQUIDA COM AS AMOSTRAS SELECIONADAS

Com base nos resultados, pode-se observar que é possível trabalhar com as argilas folhelhos, embora apresentem dificuldades para serem defloculadas, necessitando de grande acréscimo de água e de defloculante (por exemplo, silicato de sódio). Além disso, apresentam elevados índices de contração, que podem propiciar deformações, dependendo da peça. Também apresentam dificuldade de serem trabalhadas em enchimento de peças maciças com espessuras inferiores a 4 mm.

Os experimentos com adição de outros componentes também não foram satisfatórios. A adição de quartzo apresenta aspectos positivos, como redução de quantidade de água e retração, mas também apresenta dificuldades de enchimento das peças maciças e maior índice de absorção de água, além da redução da resistência mecânica em cru e após queima. A adição de chamote, bem como

filito e caulim, também pode ser oportuna e deve ser aprofundada em outros estudos.

Foram feitas tentativas de formulação empírica, mas em função da pequena quantidade de matéria-prima disponível e da escassez do tempo, a formulação de uma massa mais completa não foi conclusiva. Entretanto, com base nestes resultados, pode-se formular alguns caminhos que poderão ser adotados para dar continuidade à pesquisa, na busca de uma massa industrialmente competitiva.

O grau de defloculação de uma argila depende de: a) teor de partículas de diâmetro equivalente abaixo de 2 milímetros; b) relação água-argila; c) tipo e quantidade de defloculante; d) pH da barbotina; e) tipo e quantidade de cátions defloculantes presentes; f) tipo e quantidade de matérias orgânicas.

Neste sentido, devem ser aprofundadas as análises referentes ao tipo de defloculante, pH da barbotina, da argila e da água, tipo e quantidade de cátions defloculantes presentes e tipo e quantidade de matérias orgânicas.

Um das possibilidades é melhorar a defloculação das argilas puras, experimentando outros defloculantes para aumentar a densidade e a fluidez. A utilização de "Reotan P4" tem trazido bons resultados em massas com dificuldade de defloculação. Neste sentido, os estudos de DIZ (1984), GOMES (1986), GIPPINI (1979) e CENCAL (1990) poderão orientar novos ensaios.

Também a adição de carbonato de sódio em quantidades fixas poderá ser utilizada. Sua presença não só não elimina o

uso de outros defloculantes, como os auxílios.

Outro caminho é utilizar as argilas apenas com adição de quartzo, o que ajudaria a abrir os poros e, portanto, melhorar a defloculação.

Através dos ensaios inicialmente realizados, bem como de análise química e dilatométrica, pode-se constatar que a quantidade de partículas finas é muito grande, indicando dificuldade de deflocular. Devem ser pesquisados vários tipos de quartzo e analisadas suas respectivas curvas granulométricas, utilizando, por exemplo, duas granulometrias de quartzo diferenciadas, em uma mesma composição de massa. O mesmo poderia ser tentado com o uso de chamote, produzido com a própria argila, decorrente da moagem de peças danificadas ou mesmo de suportes para queima de peças.

Também é possível pesquisar um caulim plástico, para aumentar a plasticidade da fração argilosa da massa.

Uma outra possibilidade, visando melhorar a resistência mecânica em cru das argilas, seria propiciar apodrecimento a céu aberto. Estudos realizados em Portugal com argilas vermelhas, na região de Condeixa, mostraram uma grande melhoria na resistência mecânica em cru e na redução da absorção de água em argilas expostas a intempéries por determinado período. Após o apodrecimento, ocorre uma alteração do comportamento reológico da argila. Esta alteração poderá ser positiva mecanicamente, mas também poderá ser negativa ou positiva em termos de defloculação, em virtude da modificação gerada pelos com-

ponentes biológicos que farão parte da argila.

A adição de uma argila preta, com elevada presença de matéria orgânica, pode propiciar os mesmos resultados do apodrecimento e devem ser avaliadas em estudos futuros.

2.11. APLICAÇÃO DE VIDRADO SOBRE A MASSA LÍQUIDA (BARBOTINA) DA AMOSTRA RUÍNAS

2.11.1. MATERIAL

Foi selecionado um vidrado comercializado no Brasil, já formulado, compatível com a massa tipo grês, nas cores branco e azul cobalto.

Recomenda-se que o acordo massa-vidrado deva ser pesquisado em estudos específicos, com o objetivo de desenvolvimento de formulações "ideais" para estas massas, bem como para atender aos requisitos técnicos e de padrão de qualidade que os produtos exigem. Por exemplo, em uma louça de mesa, os vidrados devem ser resistentes ao uso de talheres, o que determinará a sua dureza; deverá ser resistente a detergentes e ser atóxico, o que determinará sua composição química, como, por exemplo, evitando presença de chumbo e cádmio.

2.11.2. PROCEDIMENTOS / MÉTODOS

O vidrado foi aplicado por derramamento e pistola, com cuidado de formar uma espessura uniforme de aproximadamente 0,8 mm.

Foram aplicados sobre amostras e peças biscoitadas a 800°C, o que garantiu uma boa absorção do vidrado.

Foram executados testes de temperatura de queima a 1100°C, posteriormente submetidos à análise visual e de absorção.

Como recomendação a pesquisas futuras, devem ser realizados ensaios de resistência química específicos, seguindo os padrões internacionais para louça de mesa, como envelhecimento em autoclave,

resistência ao microondas, resistência a detergentes, resistência ao choque térmico, verificação de presença de chumbo e cádmio.

2.11.3. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram satisfatórios com o vidrado experimentado, embora a verificação tenha sido visual, analisando-se: aparência (se vitrificou ou não), poder de cobertura, cor, homogeneidade de aparência (tabela 2.26).

TABELA 2.26 – Resultados obtidos com 14 corpos de prova vidrados

Corpos de Prova	Temp. Biscoito	Temp. Vidrado	AA%	Cobertura	Homogeneidade
Conforme desenhos na figura 3.1 Receberam vidrado por derramamento apenas na superfície interna	840°C	1100°C	0%	Muito boa	Muito boa

2.11.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A aplicação de vidrado sobre uma peça propicia a sua impermeabilização, reduz sua absorção de água, bem como agrega-lhe valor formal. Pode ainda conferir aumento de dureza superficial, minimizando riscos decorrentes de uso e limpeza.

Os vidrados para uso em louça de mesa devem ser alcalinos, para que não ocorra liberação de chumbo ou cádmio.

Devem ainda apresentar contrações e dilatações compatíveis com o corpo cerâmico.

Os ensaios realizados mostraram que a aplicação de vidrado reduziu a absorção de água das peças, embora tenha sido aplicado apenas em 50% da área dos corpos de prova.

Cor e cobertura apresentaram excelente aparência.

2.11.5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram satisfatórios. A cobertura foi boa e homogênea e a aparência final atraente. Houve redução da absorção de água. O branco apresentou algumas irregularidades – bolhas – em al-

gumas peças, causadas pelo processo de aplicação do vidrado. O azul cobalto, com a elevada temperatura chegou a ficar preto. Isto pode ser corrigido com modificação das proporções de óxidos de cobalto na composição do vidrado.

2.12. ENSAIOS COM MASSA PLÁSTICA COM AS AMOSTRAS SELECIONADAS

2.12.1. MATERIAIS

As matérias-primas F-M e F-R foram submetidas a ensaios com massa plástica, visando seu uso em processos industriais, por técnicas de torno e prensagem, usuais na indústria de louça de mesa, principalmente de pequeno e médio porte. Estes processos necessitam de um investimento médio, compatível com a rentabilidade que apresentam (ver capítulo 1).

Conforme descrito no item 2.7.2, cerca de 250 quilos de cada uma das amostras, ruínas e mariental, foram coletadas e secadas ao sol sobre tecido, que ajudou a absorver a umidade. Em virtude do material apresentar-se sob a forma de torrões duros e de grandes dimensões, foram quebradas, posteriormente quarteadas, passadas em moinho de mandíbula e depois em moinho de martelo. Ainda foram cominuídas em moinho tipo mó, com base em malha metálica.

Posteriormente, em porções variáveis, de 1,5 kg a 10 kg, conforme a dimensão dos moinhos de bolas disponíveis, as amostras foram moídas com água, por cerca de 1 hora, até passarem, com adição de água, em peneira 325 *mesh* e apresentarem faixa residual entre 0,2% e 0,6%.

Em virtude da grande quantidade de água

presente, após a moagem, as amostras foram decantadas e secadas em placas de gesso até adquirirem uma consistência plástica, com percentual de umidade de 20%.

2.12.2. MÉTODOS / PROCEDIMENTOS

Com as amostras foram realizados alguns ensaios, como o de resistência mecânica em cru e após queima, conforme tabela 2.27. Para estes ensaios, os corpos de prova foram extrudados em um equipamento apropriado, com o diâmetro de 10 mm e 7 mm em cru, e cortados na dimensão pré-definida para o equipamento (100 mm). Após secagem a 110°C foram colocados para esfriar num dissecador (recipiente em vidro, que contém em seu interior sílica gel, absorvente de umidade) e só depois de frios é que foram analisados. Foi testada a resistência mecânica em cru dos corpos de prova com 10 mm de diâmetro e a resistência mecânica após queima a 1100°C, dos de 7 mm, em um equipamento denominado "tensômetro prensa swicki, ref. 1120".

Posteriormente, foram confeccionadas xícaras em formato de calota esférica em torno tipo "jaule", e prensados alguns pratos em prensa hidráulica, com molde de gesso existente.

2.12.3. RESULTADOS

Os resultados encontram-se na tabela 2.27, que apresenta as médias obtidas por testes realizados em 10 corpos de prova.

Os resultados das xícaras e dos pratos foram avaliados pela facilidade de moldagem e contração, conforme a tabela 2.28.

TABELA 2.27 - Resistência mecânica em cru e após queima de corpos de prova extrudados com massa plástica

Argilas	Resistência Mecânica em cru	Resistência Mecânica a 1000°C	Resistência Mecânica a 1070°C
Mariental	58,6 kgf/cm ²	946,3 kgf/cm ² + - 77,5 kgf/cm ²	1022,1 kgf/cm ² + - 63,2 Kg/cm ²
Ruínas	60,7 kgf/cm ²	990,4 kgf/cm ² + - 49,1 kgf/cm ²	1035,4 kgf/cm ² + - 51,4 kgf/cm ²

TABELA 2.28 - Resultados obtidos com peças produzidas com massa plástica.

Peça	Moldagem	Secagem	Deslocamento	Aparência	% retração total a 1095° C (com massa argila ruínas e 20% de água)	% retração total a 1050° C (em faiança calcítica e 20% de água)
Calota esférica (xícara)	boa	boa (30min)	fácil	Boa sem deformação	24.16%	10.8%
Prato	boa	boa (30min)	fácil	Boa sem deformação	22.08%	10.01%

2.12.4. CONCLUSÃO

Os dados obtidos mostram que as argilas apresentam excelente resistência mecânica em cru, o que facilitará sua manipulação no acabamento após a desmoldagem e permitirá que possam ser feitas mono-queimas, pois esta prática é adotada por indústrias com massas que apresentam resistências mecânicas em cru em torno de 45 a 50 kgf, por exemplo. Sua elevada

resistência mecânica após queima, em torno de 1020 a 1035 kgf/cm², recomenda-as, por exemplo, para fabricação de pisos.

As peças moldadas por torno tipo "jaule" e prensagem apresentaram um excelente resultado, tornando este processo recomendável para estas matérias-primas. As contrações permanecem altas mas não ocorreu deformações, até porque a manipulação nestes processos é menor.

2.13. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS APRESENTADOS NO ESTUDO REALIZADO COM FOLHELHOS

Com relação aos ensaios preliminares, pode-se constatar que duas amostras, F-R e F-M, apresentaram características superiores de resistência mecânica (MR), próximas de 900kgf/cm², a 1100°C.

Estas amostras também apresentaram baixa absorção de água (AA) praticamente nula a 1100°C.

Estes resultados levaram a previamente apontá-las para uso, embora tenha sido constatada que sua retração (RT) é elevada, próxima a 17% com massa seca, o que exige cuidados especiais de manipulação.

Nos ensaios de identificação mineralógica, verificou-se que a argila F-M contém ilita e montmorilonita. Isto indicou que é uma argila que pode apresentar problemas para uso em barbotina, principalmente quanto à defloculação, por apresentar partículas muito finas, o que foi confirmado nos ensaios de defloculação.

Quanto à argila F-R, constatou-se que é predominantemente ilitica, com presença de camadas mistas de ilita-montmorilonita. Em princípio, este resultado mostrou que é uma argila de utilização provável, em proporções adequadas. Estas proporções podem variar de 30 a 70% na formulação de uma massa, associada a outros componentes. Da mesma forma que a amostra F-M, apresenta dificuldades para defloculação e, conseqüentemente, para formar barbotinas estáveis.

Os ensaios com massa líquida (barbotina) realizados em Portugal indicaram que a argila ruínas apresenta baixa fluidez e alta

tixotropia. A argila mariental apresenta alta fluidez e alta tixotropia, o que dificulta, particularmente, sua utilização em barbotinas.

Entretanto, considera-se que as duas possam vir a ser utilizadas futuramente, inclusive misturadas em uma formulação, pois apresentam diferenciação no seu comportamento, que podem ser compensadas. Comercialmente isto traria vantagens, pois estão localizadas em barreiras distantes entre si de aproximadamente 40 quilômetros, o que não é muito em termos de transporte e pode facilitar eventuais negociações para sua aquisição.

O experimento realizado com a argila ruínas na confecção de peças por processo de enchimento, em diversas densidades e variação de defloculante, mostrou-se satisfatório, embora esta massa deva ser aprimorada para usos industriais, visando minimizar sua contração e aumentar sua fluidez.

A adição de outras matérias-primas usuais industrialmente na produção de barbotinas mostrou que a composição com adição de 30% de quartzo e a composição com a adição de 30% de chamote apresentaram maior facilidade de defloculação, com utilização de menor quantidade de água e defloculante, uma formação de parede rápida, além da menor contração em corpos de prova com formato de calota esférica. Estas formulações também apresentaram bom índice de fluidez e tixotropia. A desvantagem está no aumento da absorção de água a 1090°C, em relação à composição sem adição de outras matérias-primas, que apresenta absorção de água em torno de 0%. Entretanto, este índice encontra-se dentro dos padrões internacionais de absorção de água permitidos em louça de mesa, cujo limite é 10%.

O experimento realizado com 70% da argila ruínas e 30% de quartzo na confecção de peças por processo de enchimento mostrou que a composição necessita ser aprimorada, pois a distribuição de partículas não foi adequada. As peças apresentaram tendência a desfolhar em virtude de não ter ocorrido um empacotamento de partículas adequado.

O experimento com formulação de massa com várias matérias-primas, 35% de argila ruínas, 30% de quartzo, 30% de caulim, mais aditivos defloculantes, e enchimento de peças não apresentou bons resultados. Todas as peças apresentaram dificuldade de desmoldagem e folhearam, provavelmente por não ter ocorrido um empacotamento de partículas adequado.

Estes resultados com argila ruínas demonstraram que a amostra apresenta certa dificuldade na obtenção de peças por processos via líquida. Entretanto, novas pesquisas poderão chegar a uma formulação mais adequada à demanda industrial.

Cabe ainda ressaltar que no Brasil as pequenas empresas dosam as matérias-primas e posteriormente realizam a moagem com todos os componentes. Este método aumenta os custos energéticos dos tempos de moagem. Em Portugal, as matérias-primas são adquiridas pelas empresas e separadas em dois grupos: duras e macias. As matérias-primas duras são previamente moídas, como é o caso do quartzo; e as macias, caso das argilas, são desagregadas em turbo diluidores. Posteriormente, as matérias-primas são dosadas e misturadas em diluidores ou misturadores. Através dos ensaios realizados, pode-se constatar que uma massa líquida deve ser muito controlada, desde a preparação das matérias-primas. Pelas características dos folhelhos, os

mesmos podem ser desagregados pela ação de calor em um turbo diluidor, e posteriormente misturados a outros componentes previamente moídos, sendo que a distribuição granulométrica das partículas é determinante para a obtenção de um bom resultado.

Estes outros componentes poderão ser quartzo ou chamote, em um ou mais tamanhos de grãos, que auxiliam na defloculação e no aumento da densidade para massas líquidas, bem como na redução da retração, incluindo até uma argila caulinitica plástica.

Outro estudo a ser aprofundado é a verificação dos cátions presentes nas argilas pesquisadas, assim como a análise química da água utilizada na composição. A quantidade de sais minerais presentes na água pode afetar a troca de cátions e provocar a dificuldade de defloculação, bem como a alta tixotropia. O estudo do pH também pode auxiliar na melhoria da formulação.

Um aspecto interessante a ser estudado é que as amostras, após defloculação, caso mantidas em recipientes fechados, não apresentam tixotropia e após agitação retornam à fluidez desejada. Entretanto, quando são mantidas em recipientes abertos, em contato com o ar, não retornam à fluidez original mesmo após agitação. Isto deve ser estudado em novas pesquisas.

A aplicação de vidrado mostrou que é possível obter uma boa cobertura e aparência atraente em peças como louça de mesa. A compatibilização entre massa e vidrado deve ser verificada, embora existam no mercado empresas que comercializam vidrados que podem estudar esta compatibilização sem custos adicionais à indústria cerâmica.

Os resultados com massa plástica mostraram que as argilas apresentam excelente resistência mecânica em cru e após queima quando utilizadas na formulação plástica. Estes resultados também podem ser melhorados com estudo de formulações com adição de outros componentes, como quartzo ou chamote.

Os resultados de produção de peças com massa plástica mostram facilidade de manipulação no acabamento após a desmoldagem, o que permite monoqueimas. As peças moldadas por torno tipo "jaule" e prensagem apresentaram um excelente resultado, tornando este processo altamente recomendável para estas matérias-primas.





DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO DE PRODUTOS EXPERIMENTAIS

Este capítulo está dividido em três partes, sendo a primeira referente ao estudo, com corpos de prova, da relação forma-material, realizado no Brasil; a segunda, ao desenvolvimento e produção experimental de uma linha de "louça de mesa"; e a terceira, referente a um estudo de decoração, realizado no Brasil e em Portugal.

Descreve atividades experimentais realizadas com o objetivo de mostrar a possibilidade do uso do design no desenvolvimento de novos produtos em cerâmica. Avalia as relações entre material e forma, e apresenta o desenvolvimento e execução de uma linha experimental de louça de mesa, utilizando metodologia e técnicas já sistematizadas, aplicadas a matérias-primas cerâmicas diversas, comparando-as entre si e com aquela formulada com a matéria-prima proposta, analisada no capítulo 2. Também apresenta um breve estudo de decoração experimental realizado.

Estes estudos foram realizados no Brasil (na UFSC, em Santa Catarina, na UFPR e na UEPG, no Paraná), bem como no estágio em Portugal, no Centro de Formação Profissional para a Indústria Cerâmica – CENCAL. Contou ainda com uma pesqui-

sa da "tendência internacional do design de produtos cerâmicos para uso doméstico", realizada no norte da Itália (em Milão, Verona, Bolonha e Faenza), na Espanha (na região da Galícia), e em Paris, na França, além do contato com tecnologia específica para a produção de louça de mesa e metodologias de design aplicadas a esta área, em Portugal.

3.1 RELAÇÃO FORMA-MATERIAL

3.1.1. CONCEITO

A relação forma-material já é bastante explorada em diversos materiais, como os polímeros, os metais e os vidros. Nestes materiais, diversos estudos têm sido desenvolvidos, visando reduzir custos decorrentes de formas ou processos inadequados, em produtos industrializados. Na área de polímeros, estudos relativos à geometria das peças, espessuras mínimas razoáveis, ângulos de desmoldagem, utilização de recursos formais que auxiliam o aumento da resistência das peças são cada vez mais detalhados e disponibilizados.

Na área do vidro, utilizado de forma abun-

dante na indústria de embalagens, seja de produtos alimentares ou outros, estudos avançados chegam ao lançamento de *softwares* associando propriedades físico-químicas e mecânicas do material à geometria geral da peça, que auxiliam designers e engenheiros a reduzirem o peso e a quantidade de material utilizada, reduzindo custos.

Na área da cerâmica, estes estudos têm ficado restritos ao segmento de pisos e revestimentos, sendo que nos segmentos de louça sanitária ou mesmo louça de mesa acabam limitados às empresas que, pela experiência, minimizam problemas de geometria e conformação, utilizando conhecimentos empíricos, não sistematizados e tão pouco divulgados.

Na literatura da área, poucos autores exploraram o tema, e os que o fizeram de forma genérica são limitados e antigos, como NORTON (1975) e KINGERY (1963), não atendendo à demanda atual.

Durante a concepção de novos produtos, profissionais da área de design ressentem-se da falta de orientação e de bibliografia que trariam esclarecimentos quanto às limitações e possibilidades formais e produtivas, permitindo ultrapassar as fronteiras do *"déjà vu"* e conduzindo ao desenvolvimento de novas formas e conceitos.

Partindo-se destes pressupostos e visando preencher esta lacuna, esta tese formulou uma pequena abordagem comparativa, relacionando algumas formas básicas, utilizadas em peças cerâmicas, com o material estudado, visando o desenvolvimento e a obtenção de peças com geometria e desenho adequado, minimizando os riscos de deformação, normalmente verificados somente após todo o estudo e desenvolvimento dos produtos.

Basicamente, foram estudadas as formas presentes em grande número de peças que utilizam o processo de enchimento com massa líquida em sua conformação.

3.1.2. MATERIAIS, TÉCNICAS E PROCESSOS

A partir de três formas volumétricas, esférica, cilíndrica e cúbica, foram definidas sete "subformas" usuais em produtos cerâmicos. São elas: uma calota esférica, um cilindro e dois troncos de cilindro, um cubo e dois troncos de pirâmide. Estas formas estão presentes em vasos, xícaras e travessas.

Foram definidos corpos de prova com estas formas, com capacidade para 250 ml de massa líquida cada um, e experimentados pelo processo de enchimento em moldes de gesso (figura 3.1).

Os corpos de prova foram enchidos com massas líquidas resultantes dos ensaios realizados com barbotina formulada com a matéria-prima F-R, descritas no capítulo 2. A barbotina F-R 1 foi preparada com densidade de 1,42, utilizando 49,49% de água e 49,49% de argila F-R, além de 1,02% de silicato de sódio. A barbotina F-R 2 foi preparada com densidade de 1,59, com 38,22% de água, 60,07% de argila F-R e 1,71% de silicato de sódio.

Foram verificados os tempos de formação de parede e secagem, a facilidade de desmoldagem e acabamento e, após secagem a 110°C e realização de queimas a 1080°C e 1130°C (fixadas com base nos estudos realizados no capítulo 2), foram verificadas as contrações, empenos e rachaduras apresentadas.

Foram preparados dezesseis corpos de prova de cada modelo, com cada uma das

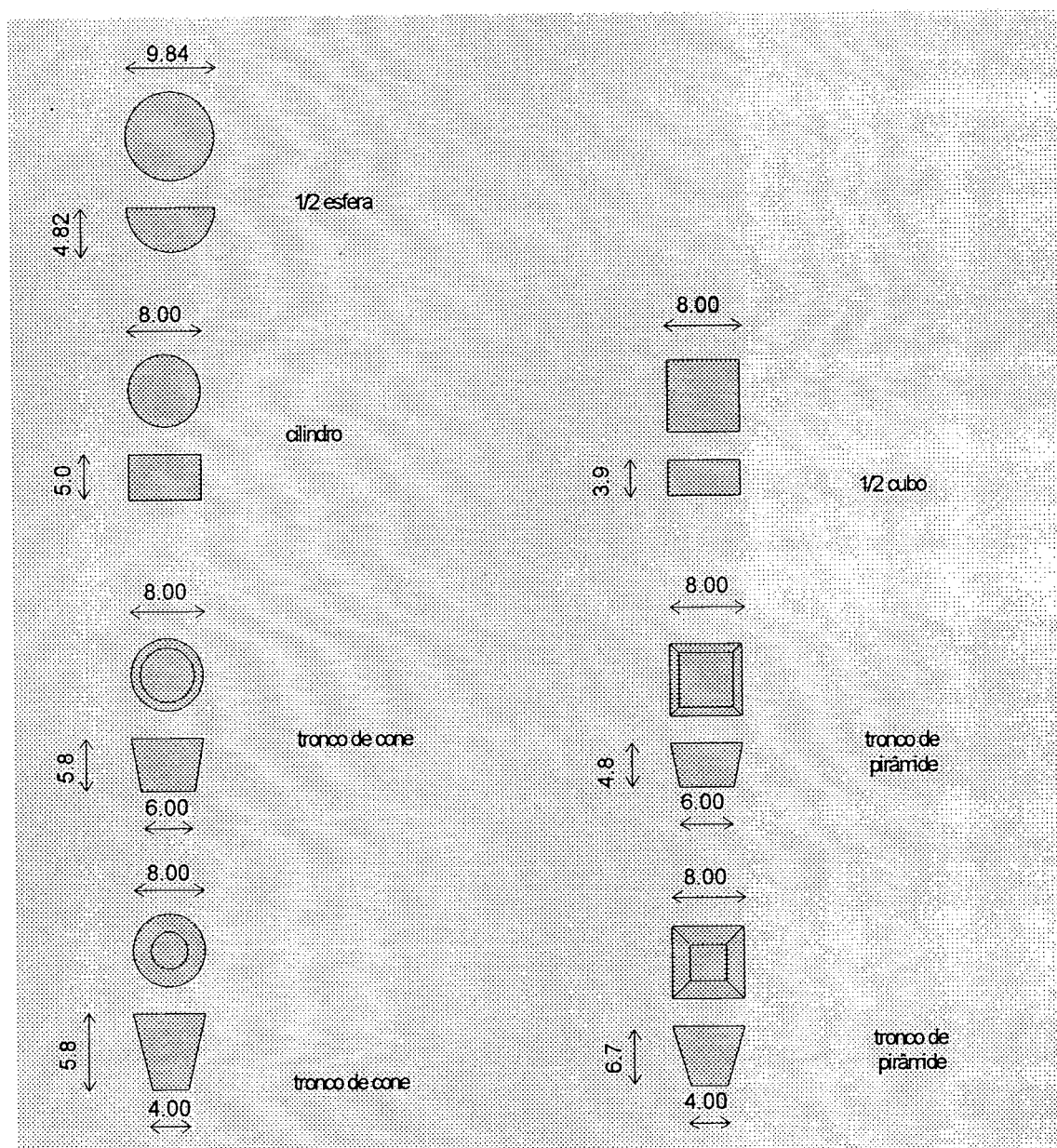


FIGURA 3.1 - Corpos de Prova

composições. Oito corpos de prova de cada modelo receberam remoção dos canais de enchimento e das rebarbas, nos pontos de união do molde, e acabamento com esponja. Oito receberam apenas remoção dos bordos dos canais de enchimento e das rebarbas de união, além do acabamento com lixa, após secagem. A diferença é que nestes as bordas apresenta-

ram-se com reforço de espessura. Estes últimos não foram sistematicamente analisados.

3.1.3. RESULTADOS

Os resultados apresentados estão ilustrados pelas figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5.

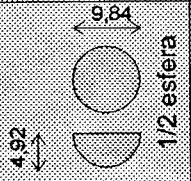

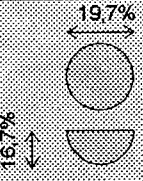

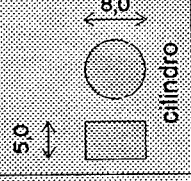



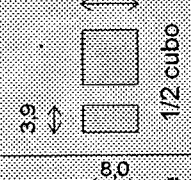
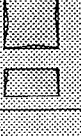


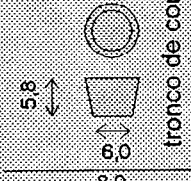



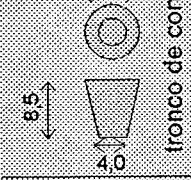



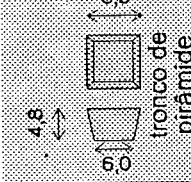
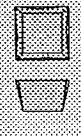
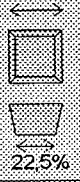
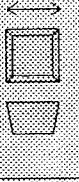
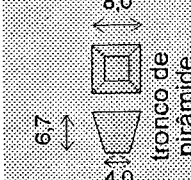
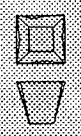
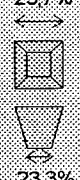
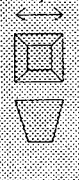
FORMA INICIAL	DEFORMAÇÃO	1080°C		1130°C	
		RETRAÇÃO	AVALIAÇÃO	RETRAÇÃO	AVALIAÇÃO
 1/2 esfera			Deformou na boca Espessura 2mm		Deformou na boca Espessura 1.9mm
 cilindro			Deformou na boca Espessura 1.5mm		Deformou na boca Espessura 1.4mm
 1/2 cubo			Deformou na boca Espessura 1.5mm		Deformou na boca Espessura 1.4mm
 tronco de cone			Deformou na boca Espessura 1.8mm		Deformou na boca Espessura 1.75mm
 tronco de cone			Deformou na boca Espessura 1.8mm		Deformou na boca Espessura 1.7mm
 tronco de pirâmide			Deformou na boca Espessura 2.0mm		Deformou na boca Espessura 1.87mm
 tronco de pirâmide			Deformou na boca Espessura 1.8mm		Deformou na boca Espessura 1.72mm

FIGURA 3.2 – Resultados de corpos de prova F-R I em diversas temperaturas.

FORMA INICIAL	DEFORMAÇÃO	1080°C		1130°C	
		RETRAÇÃO	AVALIAÇÃO	RETRAÇÃO	AVALIAÇÃO
 1/2 esfera		 20.7% 19.7%	Deformou na boca Espessura 2mm	 26.8%	Deformou na boca Espessura 1.9mm
 cilindro		 21.2% 20.0%	Deformou na boca Espessura 2 mm	 28.3%	Deformou na boca Espessura 1.4mm
 1/2 cubo		 24.5% 24.2%	Deformou muito na boca Espessura 1.5mm	 26.96%	Deformou na boca Espessura 1.4mm
 tronco de cone		 18.1% 20.6% 20%	Não deformou na boca Espessura 2.8mm	 28.84%	Deformou na boca Espessura 1.75mm
 tronco de cone		 20.21% 19.7% 20.5%	Deformou na boca Espessura 1.5mm	 27.91%	Deformou na boca Espessura 1.7mm
 tronco de pirâmide		 24.0% 20.4% 22.5%	Deformou muito na boca Espessura 2.0mm	 24.42%	Deformou na boca Espessura 1.87mm
 tronco de pirâmide		 23.7% 16.6% 23.3%	Deformou na boca Espessura 2.0mm	 27.2%	Deformou na boca Espessura 1.72mm

FIGURA 3.3 – Resultados de corpos de prova F-R 2 em diversas temperaturas.



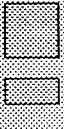




FORMA INICIAL	Tempo de Formação de parede	Tempo de Secagem	Facilidade de desmoldagem	1080°C	1130°C	Aspecto após queima
 1/2 esfera	10 minutos	10 minutos	30 minutos úmido 40 minutos bom	20.7%	26.8%	Deforma na boca
 cilindro	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom apresenta rachaduras na divisão do molde	21.2%	28.3%	Deforma na boca
 1/2 cubo	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom apresenta rachaduras na divisão do molde	24.5%	26.96%	Deforma muito na boca
 tronco de cone	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	18.1%	28.04%	Muitas peças não deformam na boca
 tronco de cone	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	20.2%	27.91%	Deforma na boca
 tronco de pirâmide	10 minutos	10 minutos	30 minutos úmido 40 minutos bom	24.0%	24.42%	Deforma muito na boca
 tronco de pirâmide	10 minutos	10 minutos	30 minutos úmido 40 minutos bom	23.7%	27.2%	Deforma na boca

FIGURA 3.4 – Resultados obtidos para barbotina F-R 1.



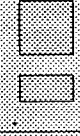


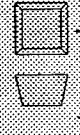

FORMA INICIAL	Tempo de formação de parede	Tempo de secagem	Facilidade de desmoldagem	1080°C	1130°C	Aspecto após queima
 1/2 esfera	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	19.7%	24.2%	Deforma na boca
 cilindro	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	21.2%	27.0%	Deforma na boca
 1/2 cubo	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	21.2%	22.8%	Deforma na boca
 tronco de cone	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	18.1%	25.0%	Deforma na boca
 tronco de cone	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	18.1%	28.0%	Deforma na boca
 tronco de pirâmide	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	22.7%	25.0%	Deforma na boca
 tronco de pirâmide	10 minutos	10 minutos	30 minutos bom	23.7%	24.2%	Deforma na boca

FIGURA 3.5 – Resultados obtidos para barbotina F-R 2.

3.1.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O tempo de formação de parede foi similar entre as duas formulações, bem como nas diversas formas.

As peças com F-R 1, tronco de cone, soltaram-se com facilidade e apresentaram-se secas após 30 minutos. As formas esférica e de tronco de pirâmide soltaram-se com facilidade e apresentaram-se secas após 40 minutos. As paredes das peças ficaram com espessuras entre 1,5 e 2 mm, após a queima.

As peças em forma de cilindro e cubo, que necessitaram de molde bipartido, apresentaram pequenas rachaduras na costura do molde, por isso foram produzidas mais peças, até obterem-se oito corpos de prova sem estas rachaduras. As peças formaram paredes não muito uniformes.

Após queima, estas peças apresentaram elevadas contrações a 1080°C e a 1130°C, o que originou deformações nas bocas das peças.

Interessante observar que os corpos de prova com paredes mais grossas, 3mm após queima, não apresentaram deformação.

As formas que mais apresentaram deformações foram a cúbica e em tronco de pirâmide, ou seja, com boca quadrada.

As paredes das peças com F-R 2, pela menor quantidade de água presente, apresentaram-se mais uniformes, com menos aparência de tixotropia (que tende a formar uma parede interna áspera).

Formaram parede após 10 minutos e secaram e desmoldaram com facilidade após 30 minutos.

As contrações mantiveram-se elevadas e após queima as peças apresentaram deformação nas bocas, embora não tenha sido notada diferença significativa de deformação entre as formas.

Cabe ressaltar que nenhum corpo de prova trincou ou rachou, exceto naqueles cuja queima excedeu 1150°C, por problemas no forno.

A melhor temperatura para queima é em torno de 1080°C. Embora as contrações não sejam muito inferiores nesta temperatura, as deformações são menores que as de temperaturas mais elevadas. Alguns corpos de prova foram queimados previamente a 800°C, para receberem vidrado, e nesta temperatura o comportamento das peças foi muito bom, sem deformações.

Alguns corpos com rebarba na borda, ao serem queimados à temperatura de 1080°C, não apresentaram deformações.

3.1.5. CONCLUSÕES

A execução dos corpos de prova permitiu verificar o que acontece com algumas formas de revolução e prismáticas.

Pode-se dizer que indicaram que:

- espessuras acima de 3mm podem ser desejáveis;
- abas como reforço nas bordas são desejáveis para a manutenção da geometria geral da peça;
- compensações podem minimizar, e até eliminar, problemas com formas prismáticas;
- a passagem do ar pelas peças durante a queima interfere na geometria das peças. Peças queimadas com boca para cima apresentaram menos deformação que aquelas que foram queimadas com a boca para baixo.

Este experimento com corpos de prova contribuiu para antecipar o que acontece em peças, apesar de se constatar que a avaliação formal, em nível experimental, com corpos de prova, ou mesmo com peças em escala reduzida, não necessariamente se repetirá em peças dimensionadas e confeccionadas em escala real.

3.2. EXPERIMENTO - DESENVOLVIMENTO DE LINHA DE LOUÇA DE MESA

A tese parte da hipótese de que é possível desenvolver produtos de uso doméstico com uso de grês cerâmico, utilizando como matéria-prima o folhelho. Abundante e localizado próximo à Região Metropolitana de Curitiba, o folhelho tem baixo custo na produção de bens que podem ser atraentes aos consumidores, competitivos em termos de custo e estéticos, apesar da coloração vermelha.

No Brasil, um dos maiores mercados em produtos cerâmicos de uso doméstico é o de "louça de mesa", constituído de produtos utilitários amplamente utilizados pela população, e um dos principais produtos das indústrias de cerâmica da região de Campo Largo, abordada na tese.

Conforme pesquisa realizada por algumas indústrias, como a Oxford, o mercado de louça de mesa no Brasil e para exportação caracteriza-se por uma grande venda, em torno de 80%, de produtos avulsos, predominantemente pratos rasos, fundos e de sobremesa e xícaras de chá e café. Em menor proporção, vêm as travessas, seguidas dos acessórios que compõem os típicos "jogos de jantar", "jogos de chá" e "jogos de café", como sopeiras, leiteiras e bules.

A utilização da matéria-prima proposta sugere um produto de baixo custo em produção de massa, reforçando sua utilização em louça de mesa de uso diário, portanto, composta de peças mais básicas: pratos, tigelas e xícaras.

Cabe salientar que a linha desenvolvida contrapõe aspectos tecnológicos, relacionando as possibilidades formais às características dos materiais cerâmicos e às possibilidades produtivas.

3.2.1. CONCEITUAÇÃO

Após realizar pesquisa bibliográfica e visitas a feiras, instituições e empresas, verificando as tendências do design em produtos utilitários, foram definidos alguns conceitos que nortearam o desenvolvimento do projeto experimental dentro dos aspectos normalmente trabalhados em design: a) Estético/Formal; b) Funcional/Lúdico; c) Econômico/Tecnológico; d) Ecológico.

Cabe ressaltar que, em qualquer projeto de produto, todos estes aspectos interagem diretamente e incorporam os aspectos simbólicos, culturais e socioeconômicos do mercado ao qual se destinam, sendo aqui pontuados e separados apenas para favorecer sua análise.

a) Aspecto Estético/Formal

O aspecto estético tem nesta proposta um papel relevante, principalmente pela necessidade de romper com o preconceito existente no Brasil em relação ao produto cerâmico de cor vermelha. Esta coloração cerâmica está associada aos produtos populares de produção artesanal ou mesmo àqueles produtos de menor qualidade, como tijolos e telhas.

A hipótese de agregar valor formal a produtos feitos de cerâmica vermelha, que está associada a produtos populares, originou um levantamento dos indícios formais que levam à percepção de maior sofisticação, por exemplo, em produtos de porcelana.

Verificou-se que os produtos feitos em massa de porcelana, além da coloração branca, apresentam uma elevada resistência mecânica, que permite que tenham espessuras delgadas, de 2 a 3 mm, o que contribui decididamente para a sua valorização formal. Outra característica destes produtos são as formas mais elaboradas que apresentam, mesmo quando possuem um estilo "limpo" (*clean*).

Neste sentido, feito um levantamento de terminações e bordos nos produtos em porcelana, pode-se constatar a característica dominante de espessuras finas, principalmente nas bordas, bem como uma tendência a apresentarem um dimensionamento maior, em peças como pratos e xícaras.

Em contrapartida, os produtos de baixo custo, mais populares, voltados para segmentos de massa mais amplos, que utilizam massas cerâmicas mais baratas, como a faiança calcítica e inclusive a faiança feldspática, apresentam coloração creme e espessuras grossas, além de reforços nas bordas.

Estas massas possuem resistência mecânica mais baixa que a porcelana e a fragilidade do material é compensada com o reforço das espessuras das peças, em torno de 4 a 6 mm.

As peças em cerâmica vermelha existentes no mercado, vindas das produções

artesaniais e semi-artesaniais, também apresentam espessuras maiores. Sua queima, a baixas temperaturas, não permite obter uma cerâmica com resistência mecânica elevada, ou seja, um grês.

Partiu-se do pressuposto de que seria possível trabalhar com espessuras mais delgadas, com uma resistência mecânica compatível, considerando que os ensaios realizados com as matérias-primas selecionadas apresentaram comprovada resistência mecânica, similar e até superior à de diversas porcelanas.

A utilização de espessuras finas também foi reforçada pelo contato mais próximo com os resquícios da civilização romana. Em Portugal, na Espanha e na Itália, pode-se constatar que os romanos já produziam peças de cerâmica vermelha, em série, sendo uma de suas características as "finas espessuras", que lhes conferiam um maior requinte formal. Com o passar dos anos e a invasão moura, estas cerâmicas desapareceram, dando lugar a outras bem mais rudimentares e primitivas, com argila pouco processada e formas toscas, além de espessuras grosseiras.

Em Conímbriga, aldeia romana próxima a Coimbra, em Portugal, bem como em La Coruña, na Espanha, junto aos museus arqueológicos existentes, pode-se ter contato com estas peças cerâmicas. Segundo LLO-RIS (1990), as peças de cerâmica romana denominada "cerâmica de paredes finas" eram confeccionadas com grande variedade e grau de depuração de argila, com base nas distintas produções identificadas até o momento. Destacam-se nesta denominação os copos denominados "casca de ovo", do norte da Itália, cujas espessuras são inferiores a 0,5mm.

As peças encontradas em Conímbriga, segundo o MUSEU MONOGRÁFICO DE CONIMBRIGA (1994), e que podem ter sido ali fabricadas, apresentam espessuras em torno de 1 a 2 mm em peças de pequenas dimensões, de 80 a 112 mm de diâmetro por 45 a 58 mm de altura. Estas peças apresentam coloração vermelha e algumas delas recebem decoração em relevo, feito provavelmente por barbotina (argila em consistência líquida). Entretanto, LOPEZ (1991) aponta para fragmentos que dão indícios de peças que poderiam ter de 20 a 40 cm de diâmetro, como pratos e travessas, e espessuras de 3 a 4 mm, provavelmente confeccionados em roda (torno, com argila em consistência plástica).

Com relação à forma em si, a tendência em trabalhar com formas puras e simples vem ganhando um papel relevante na indústria cerâmica, tanto pelos atributos formais intrínsecos, como pela facilidade e otimização de produção. Para a definição formal final das peças, aspectos lúdicos, funcionais, tecnológicos e econômicos foram decisivos.

Os resultados obtidos no estudo, relacionando o comportamento do material cerâmico a formas, também indicou caminhos mais seguros para a obtenção de resultados positivos.

Procurou-se trabalhar as formas considerando tendências internacionais, já que a internacionalização da informação, bem como a globalização da produção, acaba criando um padrão formal e estético quase universal, mas com a preocupação de não abandonar as características regionais, a exemplo da tendência do design contemporâneo, que busca atender e promover uma maior diversidade cultural a nível dos produtos.

Neste sentido a análise das características culinárias da alimentação brasileira foram determinantes e também contribuíram para as definições formais.

O conceito da diversificação também foi explorado na produção e na decoração das peças. Embora este experimento não tivesse como objetivo inicial trabalhar a decoração, apontou alguns caminhos novos no campo da exploração deste aspecto, pela percepção da importância que a decoração tem na louça de mesa.

Na Europa, atualmente, os temas de decoração, na cerâmica de mesa e decorativa, são ditados pela indústria têxtil, articulada com a indústria da decoração e da moda. Atualmente, as empresas de cerâmica acompanham os lançamentos das coleções outono-inverno e primavera-verão e nelas baseiam seus padrões de cor e decoração.

Um pouco na contramão desta tendência, mas sem abandoná-la totalmente, surge a proposta de, com base em temas regionais, desenvolver uma decoração com padrões mais "exportáveis" em nível de design, visando criar uma certa linguagem "tupini-quim" associada àquela internacional, ou global, seguindo a linha do desenvolvimento de um design endógeno e local. Dentre os temas levantados, um que apela para o acréscimo de valor, pelo uso que dele era feito pela "nobreza" européia, até há poucos anos, é o da renda, especificamente, a renda de bilros. Produzida em Florianópolis e trazida pelos açorianos, a renda de bilros contém temas eruditos e populares, integrando as culturas luso-brasileira. Este tema foi explorado associado à tecnologia e a novos processos.

b) Aspecto Funcional/Lúdico

É inegável a importância do aspecto funcional em uma linha de produtos utilitários, principalmente em louça de mesa.

Os produtos devem cumprir ou atender a um mínimo de requisitos necessários à sua utilização. Neste caso:

- 1) conter os alimentos, sólidos, líquidos e pastosos, incluindo aqui a análise do tipo de alimentação culturalmente adotada e as características da culinária existente no segmento de mercado a ser atingido;
- 2) apresentar os alimentos ao usuário, estimulando seu consumo, considerando que o ato de alimentar-se não é meramente fisiológico, mas também está associado ao prazer;
- 3) possuir uma boa interface com o usuário e outros produtos, atendendo a requisitos ergonômicos e de inter-relação com outros produtos existentes que fazem parte do ritual alimentar, como talheres, por exemplo;
- 4) estar apto à limpeza, seja na pia ou nas máquinas de lavar louças, tendo neste caso dimensões compatíveis;
- 5) permitir um bom armazenamento, por empilhamento ou encaixe, ocupando o menor espaço possível quando fora de uso;
- 6) permitir uma boa utilização no forno de microondas, atualmente muito utilizado, não só para a cocção dos alimentos, mas para o aquecimento em pratos pré-montados e decorados com os alimentos já preparados.

Neste sentido, muito pouca alteração com ênfase funcional tem sido vista no mercado de louça de mesa. Os pratos apresentam-se com pequenas variações de dimensões e formas, as xícaras com pequenas variações de formato e asas, além de algumas

melhorias nas condições de uso, possibilidades de empilhamento, ou estéticas.

Se, por um lado, as pessoas comem para sobreviver, ingerindo a quantidade necessária de calorias, de proteínas, de líquidos, por outro lado, existe na alimentação uma dimensão fundamental, litúrgica e ritual, já que as pessoas se alimentam para ter prazer.

Sentar em torno de uma mesa para alimentar-se constitui-se, atualmente, um dos raros momentos de convivência. A comunicação e troca entre amigos, predominantemente, se dá em torno de uma refeição, e até mesmo as relações profissionais e os negócios desenrolam-se de forma mais descontraída durante um almoço, um jantar ou um café.

O designer italiano Ambrozio Possi questiona a falta de transformação dos objetos para comer ao longo dos séculos, a despeito das influências de cozinhas e hábitos culinários diversos, que se juntaram e se transformaram por procedimentos de reelaboração ou combinação, o que propiciaria um aprimoramento no design dos objetos ligados à alimentação, ou seja, um design social, voltado ao valor de uso do produto.

Com base neste tipo de questionamento, foi realizada uma pesquisa dos alimentos e hábitos alimentares brasileiros, que gerou uma avaliação sobre a consistência dos alimentos, sua apresentação e os aspectos "lúdicos" presentes na memória de nossa alimentação desde a infância.

Utopicamente, alguns estudiosos prevêem que no ano 2000 a alimentação terá um *standard* geográfico cada vez mais homogêneo, porque a idéia é que, no futuro, todos os

homens possam comer de uma forma nutritiva similar. Um tipo de alimentação industrial e de massa. Esta forma de alimentação traria a perda da cultura da alimentação, que se tornaria cada vez mais anônima e exclusivamente funcional.

Por outro lado, parece que a tendência está em recuperar, pelo menos em parte, a instância simbólica, ritual e lúdica do alimentar-se. Apesar do crescimento da "*fast food*", dos "*buffets* por quilo", gerados pela correria da vida moderna, e também pelas limitações econômicas, outros hábitos mantêm-se e ganham muitas vezes *status* de "dia de festa". Estes, mais raros, são também mais especiais e prazerosos.

POSSI (1992) diz lembrar que brincava com o purê de batatas fazendo morros, rios e lagos e construindo uma espécie de realização criativa da comida. Recordo-me do incomodo causado pela mistura de sabores originária da disposição aleatória dos alimentos preparados no prato. Principalmente causada pelos molhos, do "bife" ou do "feijão", que passeavam pelo arroz, ou, pior, molhavam as batatas fritas que, em minha imaginação infantil, tinham *status* de atores principais.

Nesse contexto, o conceito de "objetos ferramenta-brinquedos", definido por MANU (1995), deve ser explorado. Afinal, as funções, de ferramenta e de brinquedo, estão separadas porque os usuários comprem produtos funcionais para preencher uma necessidade tangível, ou produtos divertidos que apelam para suas emoções, e os designers também projetam objetos com essa dicotomia.

Reconhecer que os usuários têm necessidades funcionais e também emocionais/lúdicas, que podem ser atendidas por um

mesmo produto, faz parte de uma nova tendência em ver o homem como um ser inteiro, em todos os momentos de sua vida, sem dicotomias entre razão e emoção. Esta pode ser considerada a nova tendência e o novo desafio na área de design.

Os brinquedos são atraentes, dispensam explicações, são táteis, permitem um manuseio agradável. A linha de louça de mesa proposta pretende que suas peças sejam um pouco "objetos ferramenta-brinquedo". Utiliza formas simples e regulares, já que a ornamentação em brinquedos também é simplificada, prevê a acomodação, apresentação e consumo dos alimentos, deixando, como os brinquedos, espaço para a inovação e a fantasia. Afinal, trazemos conosco, de nossa infância, os valores dos objetos com que brincamos e esperamos encontrá-los nos artefatos. Nos utensílios relacionados ao "comer", há um bom espaço para esta experimentação, já que, por si só, o ato de comer envolve um ritual repleto de símbolos e que pode proporcionar prazer.

c) Aspecto Econômico/Tecnológico

Neste projeto, o aspecto econômico está diretamente relacionado ao tecnológico, pois pretende-se que o produto resultante seja produzido da forma mais econômica possível, considerando para isto o custo das matérias-primas utilizadas, o seu processamento, em termos de equipamento, tempo e mão-de-obra, bem como os processos de conformação, acabamento e queima, além da decoração.

Procurou-se utilizar matérias-primas regionais, novas e também as já implantadas, bem como definir técnicas e processos que não exigissem novos investimentos iniciais, mas otimizassem as técnicas produtivas já exis-

tentes e dominadas pelas indústrias do parque industrial de Campo Largo, no Brasil.

O aspecto tecnológico foi trabalhado com maior profundidade do que normalmente é tratado no nível do design, já que o objetivo da tese é aproximar o design da tecnologia, isto é, mostrar como o design é viável industrialmente e pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico.

Na cerâmica, existem poucos parâmetros sistematizados, o que abre um amplo campo de experimentação. Explorar algumas relações entre as formas e as possibilidades produtivas, tanto do ponto de vista do material como do ponto de vista dos processos, foi uma preocupação.

Uma peça cerâmica poderá apresentar maior facilidade ou dificuldade de ser produzida, ou mesmo maior ou menor correspondência com o desenho original, pelo tipo da composição cerâmica, suas características físico-químicas intrínsecas, pelo equipamento utilizado ou mesmo pelo processo de manipulação que venha a sofrer durante sua produção.

A forma do produto, seu dimensionamento, sua geometria, as espessuras utilizadas, os processos de conformação, a secagem, o acabamento e também as queimas (desde o tipo de forno, temperaturas, tipo de combustão do forno, localização da peça no forno) afetarão o resultado final.

Assim, as formas utilizadas neste experimento também foram selecionadas de modo a permitir uma certa sistematização no estudo tecnológico, além do econômico. A redução de espessuras de parede, por exemplo, reduz o tempo de queima e, conseqüentemente, o consumo de combustível.

Sabe-se que as formas de revolução são as mais utilizadas em cerâmica, obtidas com facilidade utilizando processos de produção em torno. Elas também originam o equilíbrio geométrico da forma, que durante a contração de secagem e queima é mais uniforme, minimizando empenos e rachaduras.

Formas com outra geometria, produzidas em pasta líquida, podem apresentar maior dificuldade, necessitando de compensações que devem ser dadas nos moldes. Os estudos realizados anteriormente permitiram antecipar algumas situações críticas a serem verificadas e contornadas.

A própria produção de moldes, hoje um ponto de estrangulamento na produção de novos produtos cerâmicos, é bastante dificultada, seja pela falta de qualificação de mão-de-obra, seja pela dificuldade de processo. Peças com forma de revolução têm moldes feitos em torno, processo mais rápido, gerando custos mais baixos. As outras, feitas em bancada, processo mais lento, têm custos mais elevados.

Na linha de mesa desenvolvida foram utilizadas formas simples, formas de revolução, redondas. Procurando compreender melhor o comportamento do material nas formas quadradas, foram confeccionadas duas travessas com esta característica. A manipulação de espessuras também foi determinante.

Quanto aos processos de conformação, procurou-se trabalhar com formas que pudessem vir a utilizar os processos mais simples atualmente empregados: processo de enchimento, por via líquida, e processo de torno, por via plástica. O processo de prensagem por via plástica também foi considerado, e acredita-se que traz bons resultados, com custos compatíveis (permite tiragens

mais altas com investimentos relativamente baixos). Foram desenvolvidas peças que formalmente pudessem ser produzidas em qualquer um destes processos.

Outro conceito relacionado aos aspectos econômicos e tecnológicos e abordado neste experimento é o da padronização com diversificação. Como demonstra o relógio Swatch, a personalização pode ser alcançada em grande escala de produção através do uso de componentes padronizados intercambiáveis. A personalização é uma necessidade dentro da sociedade de massa em que vivemos. Por outro lado, a diversidade que pode ser obtida pela modularidade também contribui para o aspecto lúdico do produto, pois permite a intercambiabilidade de conjuntos que podem ser compostos pelo usuário, sem criar maiores dificuldades produtivas.

d) Aspecto Ecológico

A preocupação e cuidado com o meio ambiente, cada vez mais, faz parte da realidade de todos os indivíduos que querem garantir um futuro possível à humanidade. Os aspectos ecológicos que atualmente perpassam o design são bastante amplos.

Neste projeto, estão presentes na utilização de uma matéria-prima abundante e local, que permite economia de recursos energéticos, ao requerer pequena demanda de transporte, tratamento, transformação e queima.

A mesma preocupação se dá com o uso da sua cor natural, vermelho-terra, que segue a tendência internacional de apelo ecológico, pois utiliza a aparência material, explorando ao máximo suas características intrínsecas, sem disfarces, o que também minimiza os custos com vidrados e queimas (traduzidos em custo de energia)

Neste sentido, a cerâmica vermelha aparente, para uso em louça de mesa, vem começando a ganhar destaque em países como Alemanha, Itália, Inglaterra, entre outros. Sua utilização no Brasil deve ser estimulada e conquistada.

3.2.2. PROJETO

Com base nos aspectos anteriormente abordados, optou-se por desenvolver uma linha de produtos componíveis, com pequenas variações formais, que permitissem a intercambiabilidade, além de uma maior verificação do comportamento forma-material. Esta linha é composta de 5 pratos, 6 tigelas de sopa, 3 tigelas grandes, 6 xícaras para chá e 6 xícaras para café e 4 apoios, sendo 2 para tigelas e 2 para xícaras, além de uma base e 2 travessas (figuras 3.6, 3.7, 3.8, 3.9).

Com base nos conceitos formulados, definiu-se que as peças teriam espessuras finas, em torno de 3 mm na produção, que posteriormente à queima, com a contração do material, diminuiriam.

A linha desenvolvida possui um modelo-base de prato, que apresenta uma concavidade descentrada, oriunda da observação da "culinária" no sul do Brasil, onde predomina a combinação de comidas com e sem molho. Todo o fundo do prato apresenta uma queda para que os molhos escorram para esta concavidade.

Este modelo-base de prato, recebe vários desenhos de aba, todas planas, com formas quadrada, triangular, circular e circular descentrada, visando observar os diversos comportamentos material-forma, bem como criar uma certa componibilidade.

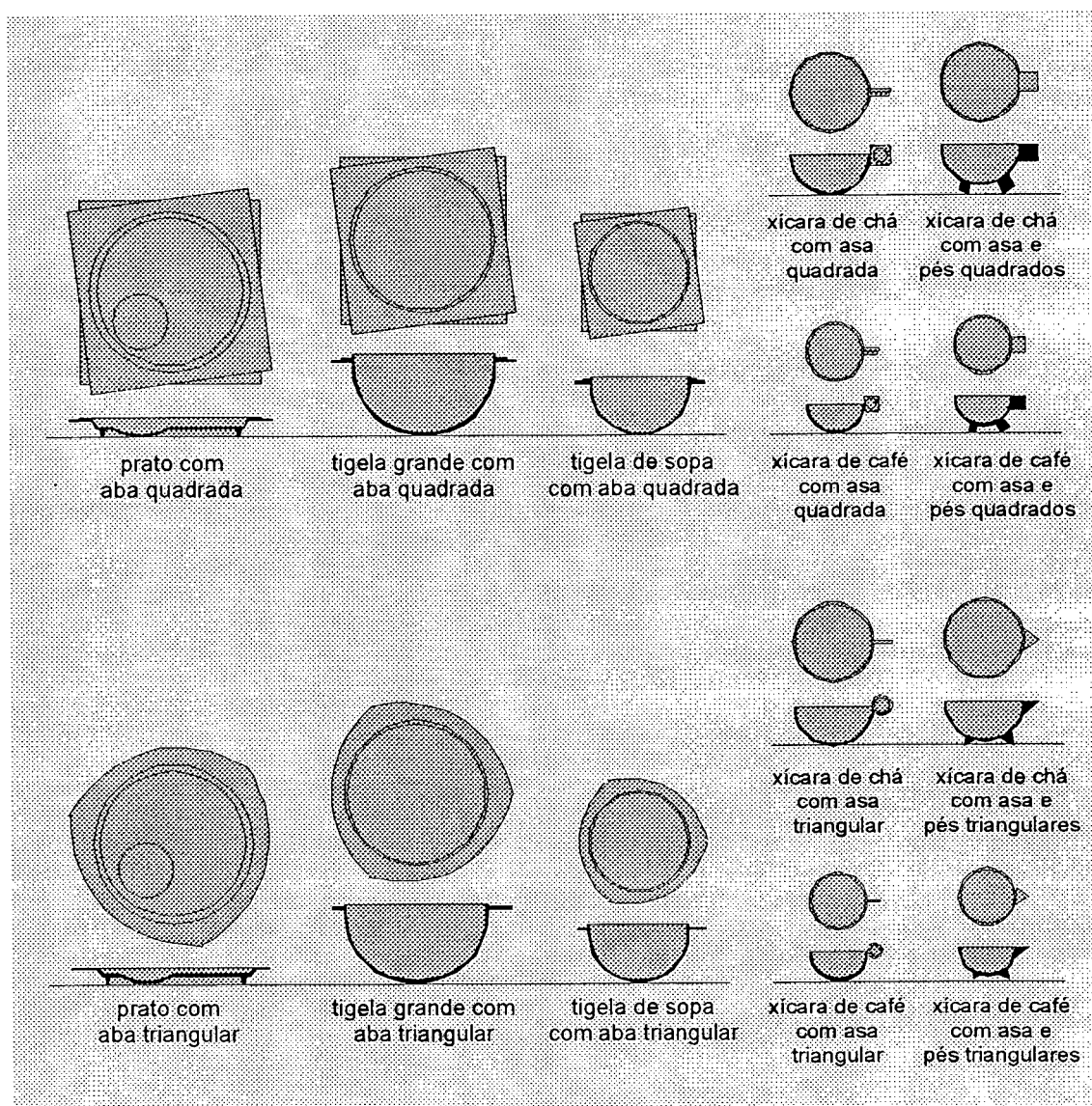


FIGURA 3.6 - Peças desenvolvidas

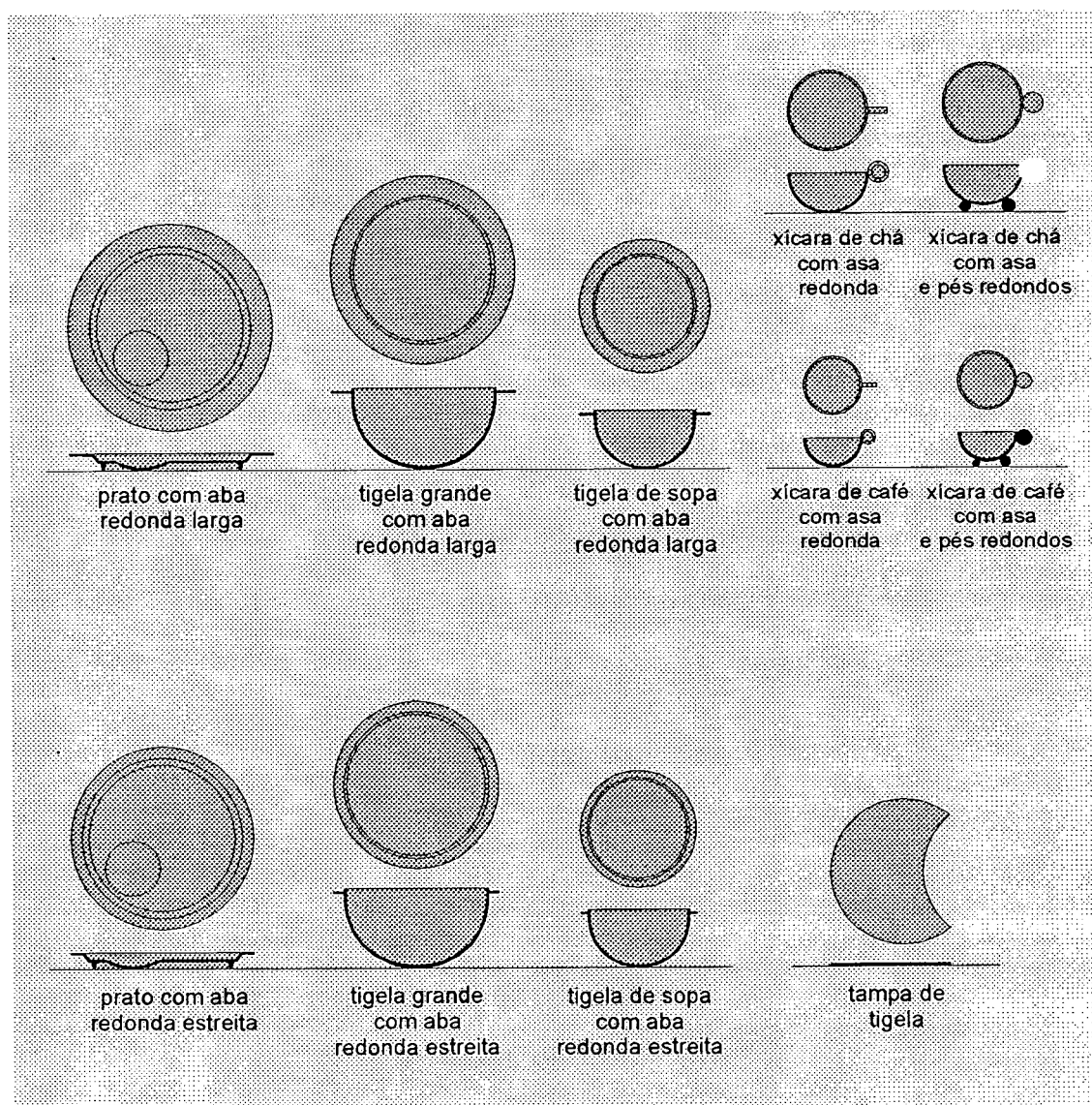


FIGURA 3.7 - Peças desenvolvidas

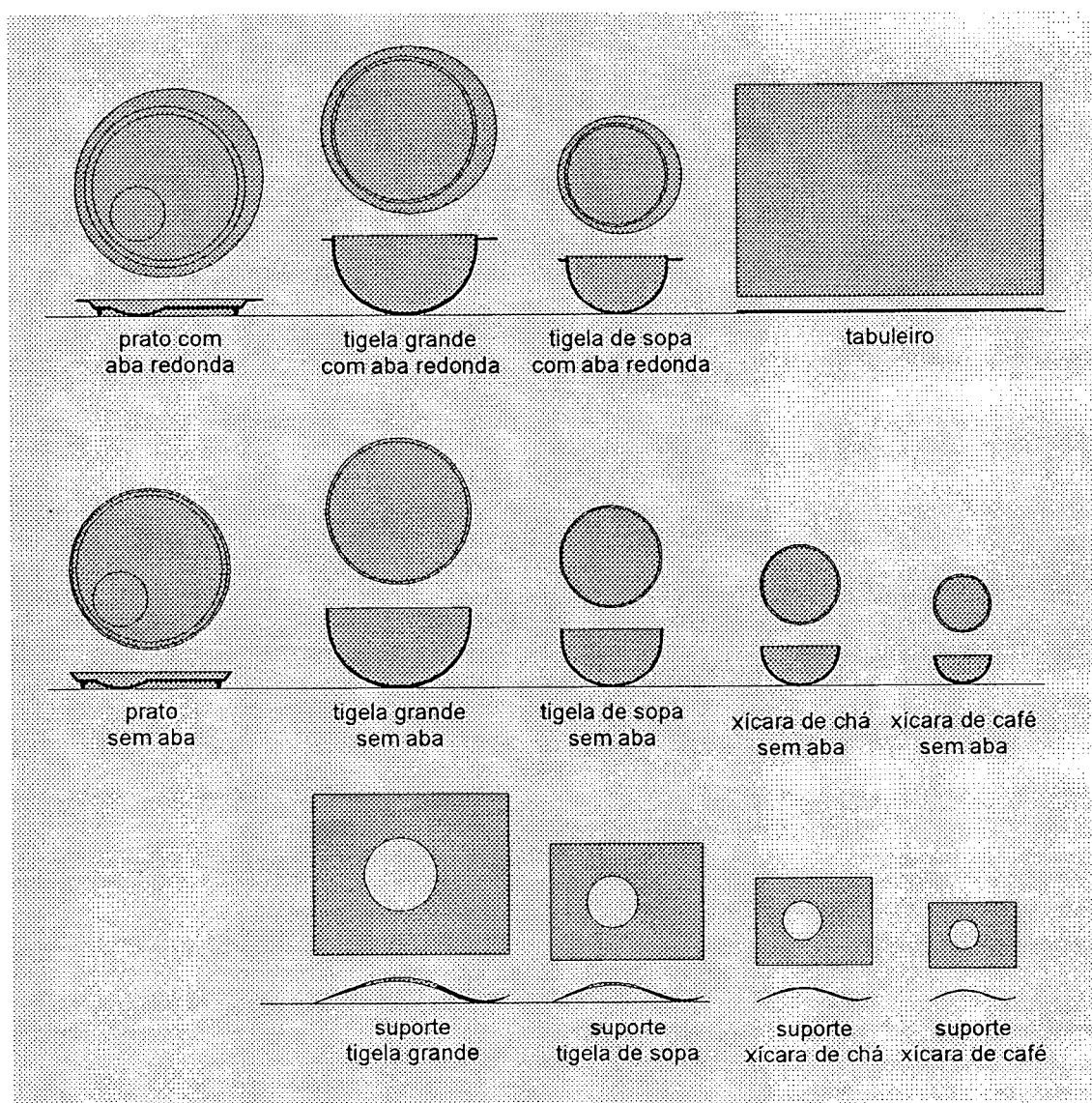


FIGURA 3.8 - Peças desenvolvidas

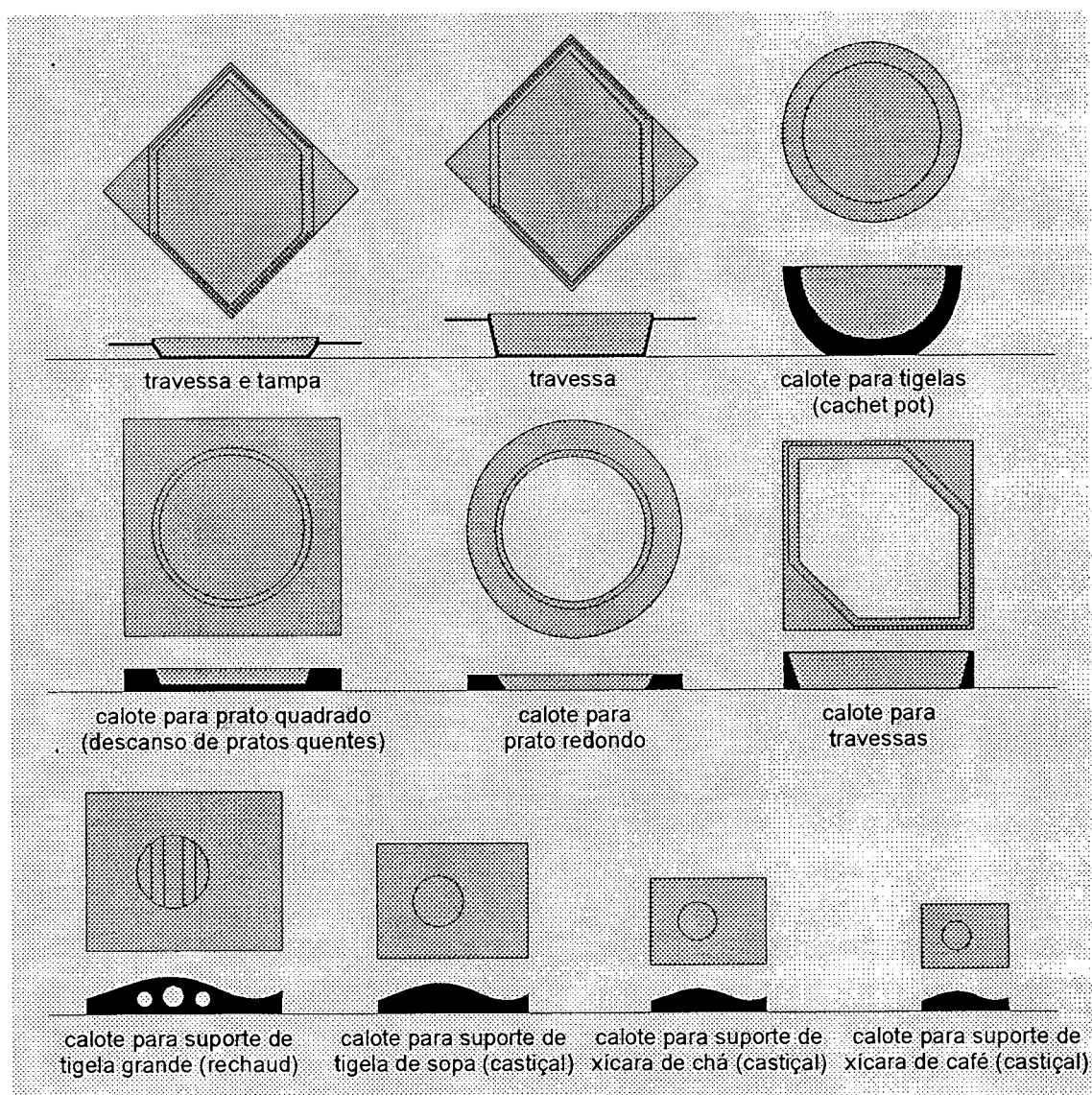


FIGURA 3.9 - Peças desenvolvidas

Faz parte da linha uma tigela para sopa em forma de uma calota esférica, que apresenta um movimento de "joão-bobo", sempre parando em pé. Esta tigela pode assentar na concavidade do prato e com isso permitir que a sopa seja totalmente consumida sem que seja necessário deitar o prato, mas apenas incliná-lo naturalmente. Além do aspecto funcional, esta peça tem uma ênfase no aspecto lúdico.

Este modelo-base de tigela recebe várias abas, um pouco abaixo da gola, todas planas, com formas quadrada, triangular, circular e circular descentrada, visando também a observação da relação forma-material.

Como variação de apoio a estas tigelas, foi desenvolvida uma base que apresenta uma forma de onda com um rasgo na parte superior da onda, para apoiar a tigela, e um apoio para a colher no rebaixo da onda. Esta forma permite o estudo de formas onduladas.

Também integram a linha xícaras de chá e café, que seguem o mesmo princípio formal da tigela de sopa, mas recebem asas com diferentes desenhos, que permitem algumas verificações da relação forma-material. Estas xícaras também recebem o mesmo modelo de base, que faz a vez de pires. Futuramente, podem ser desenvolvidos pires com o mesmo conceito dos pratos.

Foram desenvolvidas tigelas grandes, também seguindo o mesmo princípio das de sopa, entretanto só foram realizados os modelos sem aba, com aba redonda e com aba quadrada. Para estas tigelas, foram desenvolvidas tampas planas, com um rasgo, cujo objetivo funcional é deixar passar a concha para retirada do alimento sem a

necessidade de retirar toda a tampa. Isto pela constatação de não se ter mãos suficientes para segurar a tampa, a concha e o prato onde o alimento será servido, ou não haver espaço na mesa para se depositar a tampa. Este rasgo pode levar a um esfriamento mais rápido do alimento, o que pode ser compensado pelo uso de um "*réchaud*" (fogareiro), também desenvolvido. Estas tigelas também tem uma base de apoio, em forma ondulada, como as das tigelas de sopa e das xícaras.

Foi desenvolvido um "*sous-plat*", ou seja, tabuleiro para apoio de pratos, copos e talheres, por apresentar uma forma totalmente plana, também para verificar a relação forma-material.

Esta linha pode ser ampliada, recebendo novas variações nos desenhos das abas ou ainda variações como formas levemente orgânicas, que foram projetadas mas não chegaram a ser executadas.

Peças que foram desenvolvidas e complementam a linha, originárias de "calotes" (apoios para queima que evitam deformações das peças), são castiçais feitos para apoiar as bases onduladas, que poderiam deformar durante a queima, principalmente em pastas que atingem a sinterização, como a porcelana e o grês. Também o "*réchaud*" foi desenvolvido como aproveitamento de "calote". As "calotes" das tigelas podem ser aproveitadas como "*cache-pot*" (vaso para conter outro vaso mais simples) para plantas. As calotes desenvolvidas para os pratos quadrados podem servir como apoio/descanso de travessas, panelas ou pratos quentes.

Também foi desenvolvido um jogo de travessas, oriundo de um projeto anteriormente feito como parte de uma pesquisa

junto às indústrias de faiança da região de Campo Largo, com apoio do CNPq. São travessas com forma prismática, apresentando cantos retos, o que pode gerar uma série de problemas nos produtos finais e permite verificar outra relação forma-material tida como bastante problemática na cerâmica, conforme estudo anterior.

Estas peças foram preliminarmente esboçadas em desenhos manuais e posteriormente desenhadas em computador, com o auxílio do software 3D Studio, conforme figuras 3.10, 3.11 e 3.12.

Com relação ao acabamento, inicialmente pretendia-se utilizar apenas cores lisas nos vidrados das peças, em função de o objetivo deste estudo ser eminentemente a relação da forma tridimensional com o material.

Foram selecionadas cores que não seguem modismos, mas que valorizam o produto para seu uso, no caso, a apresentação dos alimentos, valorizando o material cerâmico e sua coloração própria.

Utilizou-se o branco, com algumas variações opaca, mate e brilhante, que destaca todos os alimentos, principalmente os coloridos e escuros, além de conferir um aspecto de higiene ao seu consumo. Pode tanto tornar um produto "erudito/sofisticado" em seu uso isolado, como popular caso conjugado com decorações variadas, que também podem ter apelos "eruditos".

Foi também utilizado o azul cobalto, que destaca os alimentos claros, como as massas, e confere um tom sofisticado aos produtos; o transparente, que valoriza a cor do material, branco na faiança e vermelho no grês; o preto, com variações mate e brilhante, isolado ou combinado com o branco, como uma versão mais contemporânea e seguindo a tendência *Art Decô* que se anuncia e confere um aspecto oriental e sofisticado ao produto.

Posteriormente, considerando a importância da decoração nas peças, incluindo aí a percepção das formas, desenvolveu-se algumas decorações com temas luso-brasileiros. Foram selecionados os seguintes temas: rendas de bilros e arquitetura da época colonial.

Destes temas, foi executado em caráter experimental o das rendas, que permitiu mais variações em termos de processo.

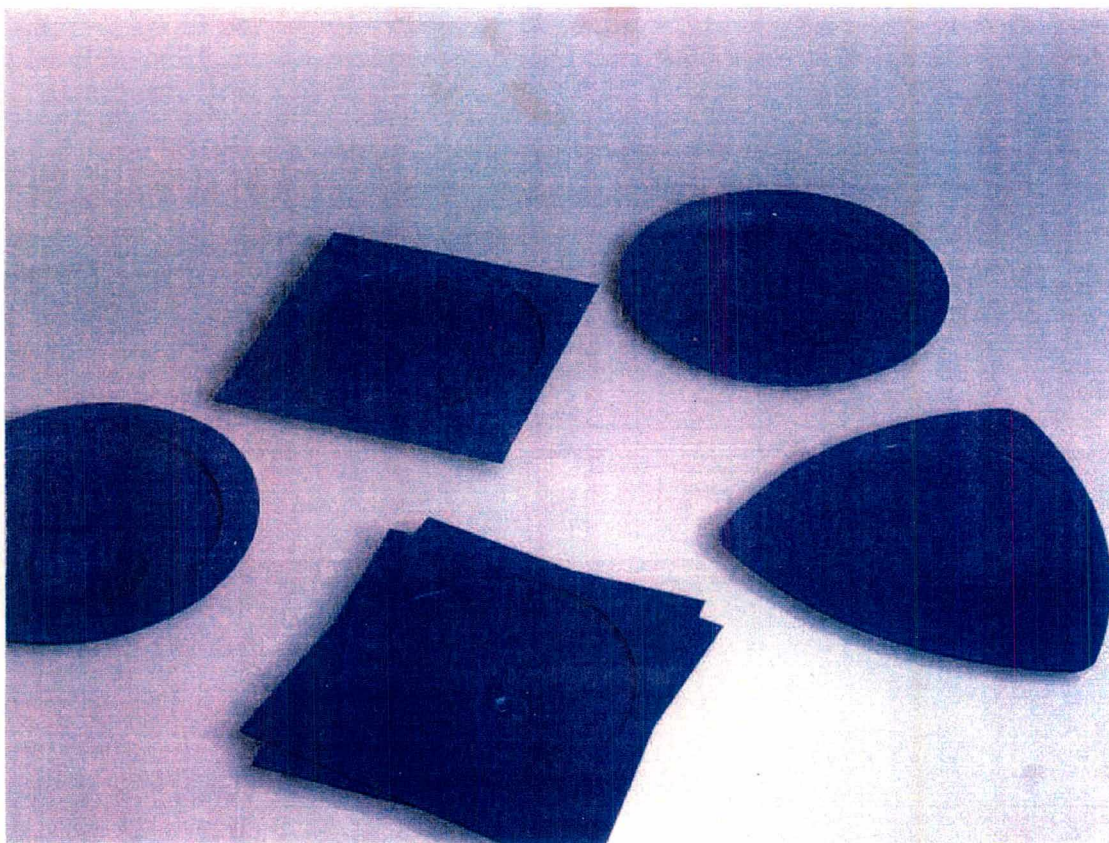


FIGURA 3.10 - Desenhos de pratos em computador, 3D Studio



FIGURA 3.11 - Desenhos de tigelas para sopa com apoios, em computador, 3D Studio

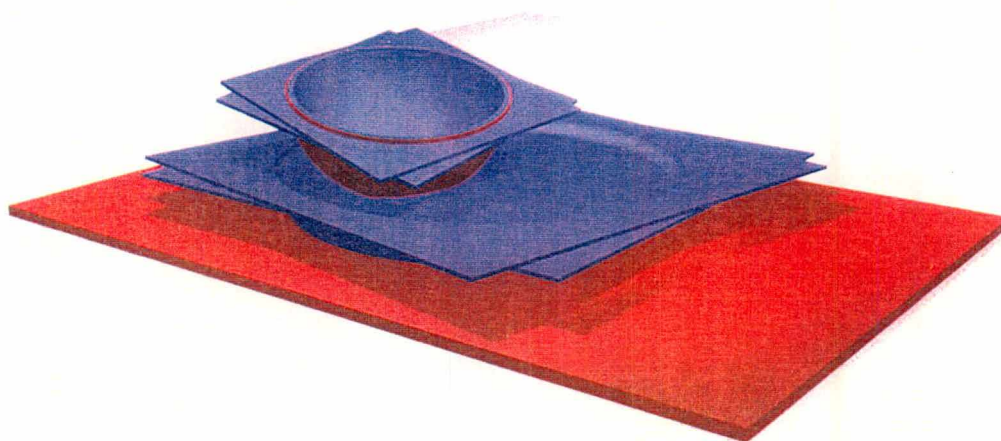


FIGURA 3.12 - Desenhos de tigela e prato com abas quadradas e "sous-plat".

3.2.3. MATERIAIS E PROCESSOS

As peças foram concebidas para permitir diversos processos produtivos: enchimento com pasta líquida, com e sem pressão, torno (jaule/roller) com massa plástica, prensa com massa plástica ou prensa isostática com massa seca. Entretanto, considerando aspectos de custo, relacionado ao número de tiragens de peças e ao investimento necessário, foram executados moldes e preparadas pastas para via líquida, por enchimento sem pressão, e pasta plástica para torno, no caso, tipo "roller".

Os materiais utilizados foram:

- a) a faiança calcítica, usual na produção de louça de mesa na Região Metropolitana de Curitiba, bem como na maioria das empresas portuguesas;
- b) a porcelana, também usual na produção

de louça de mesa e que apresenta melhores propriedades, mas maior dificuldade de produção, permitindo, desta forma, antecipar resultados indesejáveis no grês;

- c) o grês vermelho, formulado em Portugal, com matérias-primas locais, que permitiriam antecipar resultados tecnológicos, além de permitir avaliar a proposta de uso da coloração vermelha em louça de mesa;
- d) o grês vermelho, obtido com os folhelhos estudados, que apresentariam a maior dificuldade produtiva.

A utilização destes diversos materiais permitiu verificar a eficiência da linha de mesa desenvolvida, desvinculando seu resultado, em termos de design, do grês vermelho proposto na tese, para verificar até que ponto o projeto seria viável, independentemen-

te da obtenção de uma formulação final de massa com os folhelhos pesquisados.

3.2.3.1. Faiança Calcítica

Os moldes para enchimento, inicialmente, foram enchidos em faiança calcítica, com formulação do CENCAL. Sua composição e características estão descritas na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Faiança Calcítica

Composição	
Argila cinza	10%
Argila branca	22%
Caulim Cauliminas	22%
Quartzo P	34%
Calcita	12%
Sulfato de Cobalto	0,04%
Carbonato de Sódio	0,067%
Carbonato de Bário	0,06%
Descolorante	0,03 %
Densidade =	1,68 a 1,70
Fluidez =	270°C a 300°C
Tixotropia =	120°C a 150°C
Defloculante = + ou - 0,3%	
200g silicato de sódio	
100g reotan	
750ml água	
Resistência mecânica em cru = 45 Kgf/cm ²	
Resistência mecânica 1055°C = 337 Kgf/cm ²	
% de contração úmido/seco =	2,6%
% de contração seco/1055°C =	0,41%
% de contração total =	3%
Absorção de umidade (1055°C) = 18,2%	

O mesmo material foi utilizado em via plástica no roller, para a produção do corpo das xícaras de chá e café.

Em faiança, foram aplicados os seguintes vidros:

a) branco mate - 1000 a 1010°C, referência CENCAL 367, composição:
BCM 251 (frita - FERRO) 96%
caulim Rio Maior 4%;

b) preto mate - 1030 a 1040°C, referência CENCAL V 165, composição:
BCM 34 86%
caulim 4%
corante DEGUSSA 24187 10%;

c) azul cobalto - 1010 a 1100°C, ref. CENCAL 004, composição:
TR 102 87%
caulim 5%
corante FK 6350 ou 10517 8%;

d) branco opaco (brilhante) - 1010 a 1100°C, ref. CENCAL 1018, composição:
BC 12 46%
BC 32 50%
caulim 4%;

e) transparente - 1000 a 1015°C, ref. CENCAL 812, composição:
TR 17 48%
caulim 4%
TR 100 48%;

f) preto brilhante - 1005 a 1015°C, ref. CENCAL 068, composição:
TR 16 88%
caulim 4%
corante 24137 8%.

3.2.3.2. Porcelana

A porcelana, por atingir a fase vítrea durante a queima e apresentar elevada contração (em torno de 16%), é um material bastante difícil para execução de peças, pois apresenta deformações muitas vezes incalculáveis.

A pasta de porcelana utilizada, do CENCAL, tem composição e comportamento conforme tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Porcelana

Composição	
Caulim Grolleg (inglês)	- 60%
Feldspato	- 20%
Quartzo	- 20%
Defloculante = + ou - 0.4%	
	200g Darvan n. 7
	100g reotan
	750ml água
Densidade =	1,66 a 1,70
Fluidez =	280°C a 300°C
Tixotropia =	100°C a 150°C
Resistência mecânica cru = 31 kgf/ cm ²	
Resistência mecânica 1250°C = 915 kgf/ cm ²	
% contração úmido/seco =	1,8%
% contração seco/cozido =	12%
% contração total =	13,6%
% absorção 900°C =	27%
% absorção 1250°C =	0%

3.2.3.3. Grês Português

O grês utilizado inicialmente foi formulado com ajuda dos técnicos do CENCAL, com matérias-primas portuguesas, e apresenta composição e características apresentadas na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Grês Português

Composição	
Argila vermelhaV/201(SERARGILA)	- 35% (resistência mecânica cru- 89,4 kg/cm ²)
Caulim Cauliminas MS	- 30% (resistência mecânica cru- 16 kg/ cm ²)
Quartzo P10	- 25%
Calcita	- 10%
Carbonato de Bário	- 0,1%
Carbonato de Sódio	- 0,067%
Defloculante - silic. de sódio + Reotan - 0,2%	
Densidade da Pasta	- 1.70
Fluidez - (Gallempkamp)	300°C
Tixotropia	- 275°C
Resistência Mecânica em cru	- 39 kgf/ cm ²
Resistência Mecânica a 1100° C	- 430 kgf/ cm ²
Contração final da pasta cozida a 1100°C - 7%	
% de absorção à 1180°C	- 1,2
% de absorção à 1100°C	- 10,7
% de absorção à 1070°C	- 14,2
% de absorção à 1060°C	- 14,6

Os vidrados posteriormente aplicados sobre o grês foram nas cores azul cobalto, branco opaco e transparente. Foram feitos diversos testes e formulações para que se obtivessem as tonalidades e acabamentos desejados.

O azul cobalto foi obtido após dezenas de tentativas. Sua formulação final é:

TR 102	85%
caulim	5%
corante FK6350	10%

O branco opaco utilizado é o mesmo utilizado para faiança, que apresentou os resultados desejados:

BCM 251 (frita - FERRO)	96%
caulim Rio Maior	4%;

Os vidrados transparentes com que se obteve os melhores resultados foram o "amarelo mel" e o "castanho manganês", embora nenhum dos dois apresente exatamente o efeito desejado, que era o de manter a cor o mais próximo da massa atual, apenas com um vidro transparente.

A formulação do amarelo mel utilizada é:

TR 29	87,5%
Sílica P500	3,0%
Caulim St ^a da Hora BA220	5,0%
Óxido de Ferro Málaga (TERPAC)	4,0%
Óxido de Manganês	0,5%

A formulação do castanho manganês utilizada é:

TR 29	71%
Calcita	9%
Caulim BA 220	10%
Óxido de Ferro Málaga	5%
Óxido de Manganês	3%
Sílica P500	2%

3.2.3.4. Grês com Folhelho F-R

O grês vermelho formulado com o folhelho F-R tem a composição e características apresentadas na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Grês F-R 2

Composição

Argila F-R	60,07%
Água	38,22%
Silicato de Sódio	1,71%

Densidade = 1,59

Fluidez = (não apresentou leitura)

Tixotropia = (não apresentou leitura)

Resistência mecânica em cru = 60,7 kgf/cm²

Resistência mecânica a 1000°C = 990,4 kgf/cm²

Resistência mecânica a 1070°C = 1035,4 kgf/cm²

% contração 110°C = 6,9%

% contração 1080°C = 25,29%

% contração 1100°C = 24,26%

Absorção de umidade 1080°C = 1,14%

Absorção de umidade 1100°C = 0,61%

O vidrado utilizado neste grês foi uma frita comercial azul cobalto especificada para uso em grês.

3.3. EXECUÇÃO DA LINHA DESENVOLVIDA - RESULTADOS

3.3.1. MODELOS E MOLDES

Inicialmente, cabe salientar que a execução de modelos e moldes para a produção de peças cerâmicas apresenta-se como um ponto crítico na concepção, desenvolvimento e produção de novos produtos em cerâmica.

Isto se deve ao uso de mão-de-obra especializada que, aos olhos da empresa, é considerada cara, e aos olhos dos especialistas – modelistas – é mal remunerada. Decorrente deste fato, esta mão-de-obra tem se tornado cada vez mais escassa e menos qualificada.

Em Portugal, a situação há alguns anos era similar à brasileira, inclusive pela escassez de recursos materiais e humanos que impediam a indústria de louça de mesa e objetos decorativos de investir em tecnologia de ponta, como Alemanha e Inglaterra, mas que precisava acompanhá-la, no mercado internacional, lançando novos modelos, capazes de competir internacionalmente.

Frente a esta situação, dois modelos de reestruturação para o desenvolvimento de moldes e modelos foram testados em Portugal. Um, com a proposta de formação de mão-de-obra qualificada, teve como base a criação de cursos de formação profissional de modelistas para cerâmica há aproximadamente dez anos. Outro, mais recente, buscou no sistema CAD-CAM a produção de modelos e moldes, investindo na formação de designers instrumentalizados, com apoio de conhecimentos específicos em cerâmica. Este último, implantado há cerca de cinco anos.

Atualmente, o que se pode verificar é que o primeiro modelo foi melhor absorvido pela indústria portuguesa, bem como pela comunidade envolvida. Portugal conta com um número até excedente de modelistas qualificados, que recebem formação contínua de no mínimo dois anos, em tempo integral. O modelo "informatizado" foi praticamente abandonado, já que não encontrou aceitação industrial.

Desta forma, as técnicas e métodos utilizados nesta tese para desenvolvimento de mode-

los e moldes está apoiada na qualificação de mão-de-obra, que poderia ser desenvolvida no Brasil com base em cursos de formação desenvolvidos pelas entidades afins, como, por exemplo, o SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

Os materiais e técnicas adotados nesta tese seguem as bases da formação recebida no CENCAL, em Portugal.

O material utilizado para a confecção dos modelos e moldes foi o gesso. Este mineral, com fórmula química $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, é um sulfato de cálcio de pouca dureza, de cor branca amarelada. Como matéria-prima original para a fabricação de modelos, moldes e madres na indústria cerâmica, recebe tratamentos adequados antes de ser usado. O sulfato de cálcio é calcinado entre 140°C e 180°C , perdendo, desta forma, parte da água de constituição, sendo posteriormente peneirado, secado e armazenado em sacos de papel. Existem dois tipos de gesso usados na indústria cerâmica: o alfa e o beta. O gesso alfa é calcinado a temperaturas mais altas que o beta e é mais duro, sendo utilizado para "madres", enquanto o beta é utilizado para modelos e moldes.

A grande utilização do gesso na confecção de moldes e modelos justifica-se por seu baixo custo e propriedade de absorver a água, devido a sua porosidade, além de fixar e transmitir às peças finos pormenores, possuir estabilidade dimensional e ser de fácil manuseio para a produção de modelos e moldes.

Outros fatores que influenciam a qualidade dos modelos e moldes são: a) a qualidade do gesso (o utilizado em Portugal vem da Espanha; no Brasil o grande estado produtor de gesso de alta qualidade é o Rio Grande do Norte); b) forma de arma-

zenamento (o ideal é que haja um tempo de repouso para envelhecimento de, pelo menos, 30 dias); c) relação água-gesso (varia conforme o tipo de gesso e a dureza final desejada: quanto mais duro o gesso menor, a porosidade); d) tempo e velocidade de agitação do gesso durante a cura (em média 3 minutos); e) secagem (após a secagem superficial de 2 a 3 horas, poderá receber secagem forçada em estufas (não sendo recomendadas temperaturas superiores a 50°C), com ventilação para que seja uniforme).

A confecção de modelos e moldes é lenta. Foram necessárias muitas horas de trabalho em uma sala especial para a sua execução. Os equipamentos básicos utilizados foram: torno de bancada com "pau de apoio frontal", agitador mecânico de gesso com *timer* e controle de velocidade e bancadas em mármore e granito. Como instrumentos básicos, foram utilizados: paquímetro, compassos de diversos formatos e tamanhos, anéis de tornejar, goivas, teques, raspadeiras, serrotes, entre outros.

A execução de alguns modelos foi rentabilizada porque a diferenciação entre eles estava em parte da peça. Caso dos pratos, tigelas e xícaras, em que só se modificavam as abas e se aproveitava o mesmo modelo-base para a produção de todos os moldes.

Pôde-se verificar que modelos com "formas de revolução", que podem ser executados em torno, são produzidos extremamente mais rápido do que aqueles com formas retas, que não podem ser executados no torno. Esta variação em tempo pode chegar, no caso das peças desenvolvidas, a 20 vezes, o que com certeza vai refletir nos custos finais do produto (alguns modelos foram desenvolvidos em duas horas, como as tigelas, e outros chegaram a des-

pender 40 horas, como as travessas prismáticas e as bases onduladas). O prato padrão demorou cerca de 20 horas para ser executado, neste caso porque foi parcialmente feito em torno. Embora o custo seja alto, deve ser verificada a validade de apresentar um modelo novo no mercado, o que pode acabar compensando a dificuldade de execução, ou seja, torna-se necessário avaliar a relação custo-benefício (figuras 3.13 e 3.14).

O mesmo não acontece com os moldes, que apresentam pouca variação de tempo, sejam executados em torno, sejam em bancada, variando mais pela sua complexidade, em termos de número de "táculos" (partes que compõem os moldes), ou mesmo pelas suas dimensões. Os moldes executados foram formados por um ou dois táculos.

Muitos dos modelos partem-se na saída dos moldes, impedindo que sejam feitas novas reproduções. Por isso são feitas as "mães", que são os moldes que recebem desmoldante (no caso uma mistura de sabão com água), aplicado a pincel. Da mãe se retira um novo modelo ou vários modelos, a partir dos quais se tiram muitos moldes. Neste trabalho não foram feitas mães.

Foram executados os modelos e moldes para pratos, tigelas para sopa, calotes para pratos e tigelas, tigelas grandes, apoios de tigelas e xícaras, calotes para apoios de tigelas e xícaras, travessas quadradas e calotes para travessas e asas de xícaras, para serem utilizados em processo de enchimento com massa líquida, totalizando 34 modelos e 34 moldes.

Também foram executados 2 modelos e 2 moldes para xícaras para processo de torno com massa plástica. Neste caso também foram executados os "escantilhões" ou "ga-

baritos" (também conhecidos como técas), em madeira e metal, que são fixados no braço superior do torno, tipo "roller" e auxiliam a moldagem, comprimindo a massa contra o molde de gesso.

Os moldes foram ensaiados preliminarmente, sendo feitas algumas pequenas correções, como no caso do prato com aba quadrada, em que se reduziu a espessura da parede superior e engrossou-se a pa-

rede inferior, isto porque os ensaios mostraram que as abas partiam-se já na desmoldagem ou na secagem, com faiança, que é um material cerâmico de fácil moldagem.

Posteriormente à sua confecção, os moldes foram secados em estufa, a uma temperatura em torno de 50°C. Após a secagem, passaram para a conformação das peças.



FIGURA 3.13 - Modelos de tigela de sopa e apoio para tigelas.



FIGURA 3.14 - Moldes diversos.

3.3.2. EXECUÇÃO DAS PEÇAS

3.3.2.1. Peças em Faiança Calcítica

Realizado o enchimento dos moldes, vazamento e desmoldagem, conforme padrões adotados pelo CENCAL, após secagem natural foi feito acabamento manual com uso de esponja (poliuretano expandido flexível) e água.

Posteriormente, as peças foram biscuitadas (nome atribuído à primeira queima, anterior ao vidrado, onde a peça ganha resistência para ser manipulada, mas mantém seus poros abertos, permitindo a impregnação com vidrado) a 1030°C de temperatura, em queima oxidante, feita em forno intermitente, a gás.

As peças em faiança receberam vidrados aplicados por imersão, em toda a peça. No processo por imersão, a camada de vidro que se forma é superior àquela formada no processo por pistola. Para prender a peça durante o banho de imersão, foram utilizadas pinças tipo tesoura, que marcam muito pouco as peças. Os retoques são executados a pincel.

Tendo em vista que o material, faiança, é muito poroso, as peças foram totalmente vidradas e, posteriormente, enfiadas com auxílio de "trepes" (tripés em metal - aço ou "fio de kanthal"), que apóiam as peças para evitar que toquem a mobília do forno, aderindo a ela e danificando-a.

Neste pormenor, cabe ressaltar que as "trepes" feitas em ferro ou mesmo em

aço, quando próximas de determinados vidrados, como o branco mate utilizado, causam escurecimento da peça. Para solucionar este problema, após pesquisar outras possibilidades, surgiram duas alternativas: a) utilização de "trepes" em porcelana ou outro material refratário, que não foi encontrado no mercado; b) fabricação de "trepes" em "fio de kanthal", material metálico que é utilizado para confecção de resistências elétricas para fornos. Foram confeccionadas "trepes" com o "fio de kanthal" cujo resultado foi muito bom, ou seja, as peças não apresentaram escurecimento.

Os vidrados foram preparados diluídos em água, sendo que a proporção foi de 0,85 l de água por quilo de vidro.

Um "frete" é uma moldura saliente, situada nas bases das peças cerâmicas, para-

lelamente à sua periferia. Tem como função: servir de zona de contato das peças com as superfícies; controlar as possíveis deformações de algumas peças; conferir às peças maior resistência mecânica; facilitar queima das peças, permitindo retirar o vidrado existente no frete e impedindo que as peças fiquem coladas às placas do forno, danificando-o e inutilizando-as.

Após a aplicação do vidrado, algumas peças com "frete", como os pratos, foram limpas em esteira rotativa, para evitar que o vidrado, ao fundir, aderisse à mobília do forno, causando sua perda.

As queimas finais realizadas foram oxidantes, em fornos intermitentes a gás. Os fornos utilizados têm capacidade de meio metro cúbico e contam com micro processador, para programação de queima.

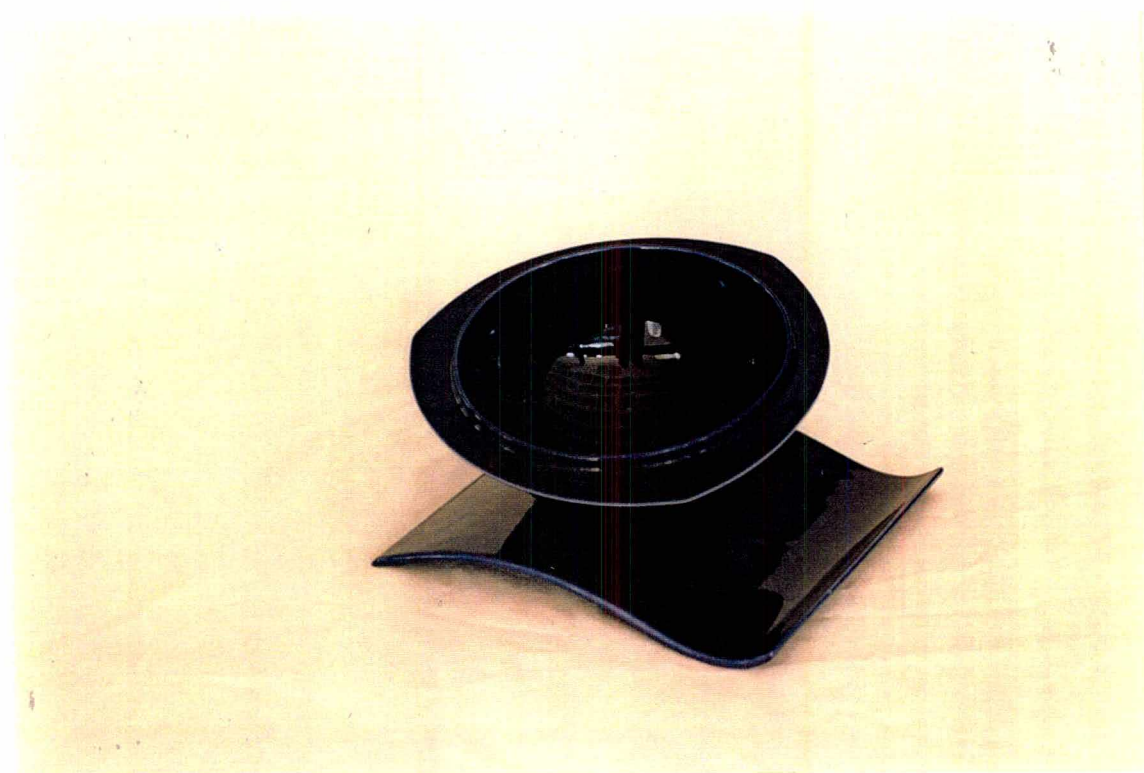


FIGURA 3.15 - Tigela com abas triangulares sobre apoio.

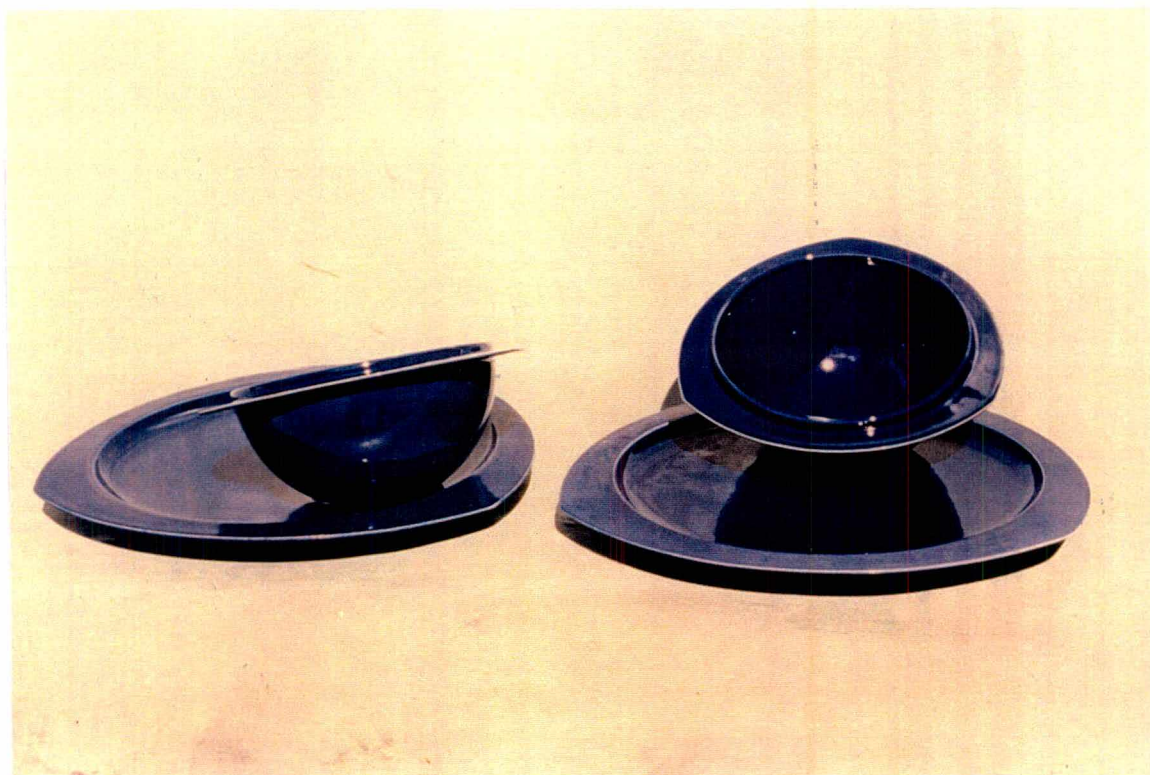


FIGURA 3.16 - Pratos e tigelas com abas triangulares.

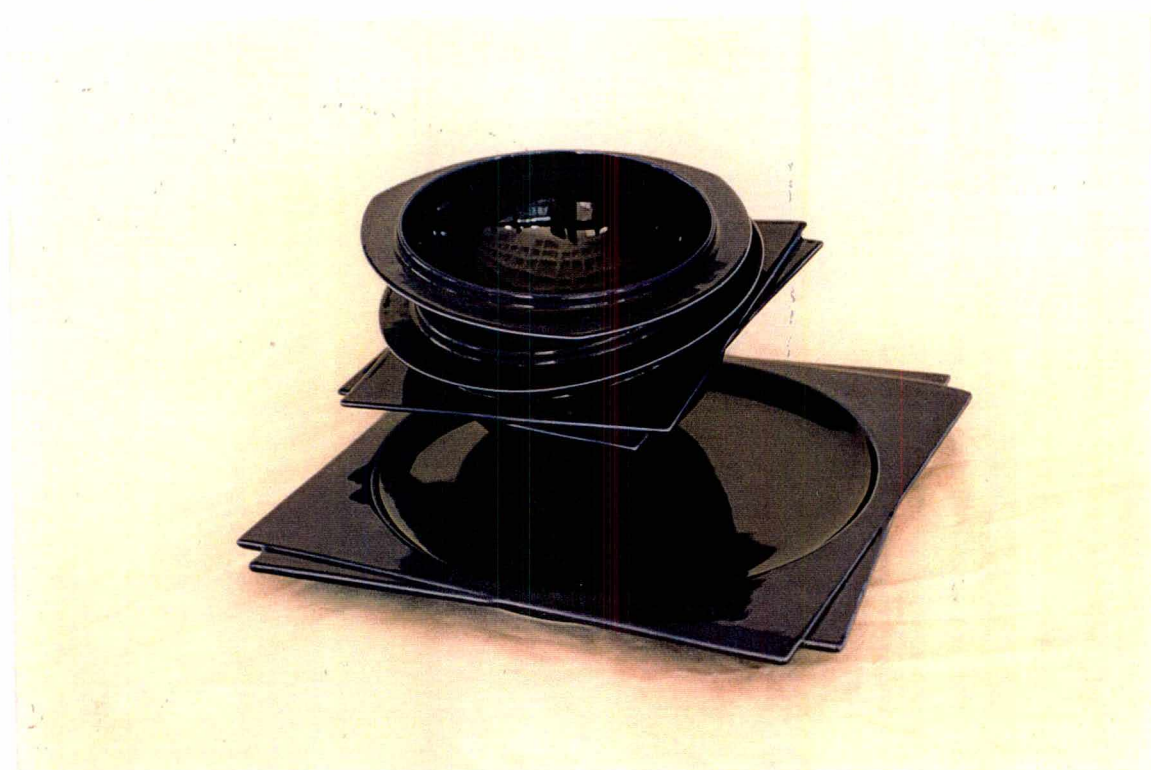


FIGURA 3.17- Prato com aba quadrada e tigelas com abas diversas.

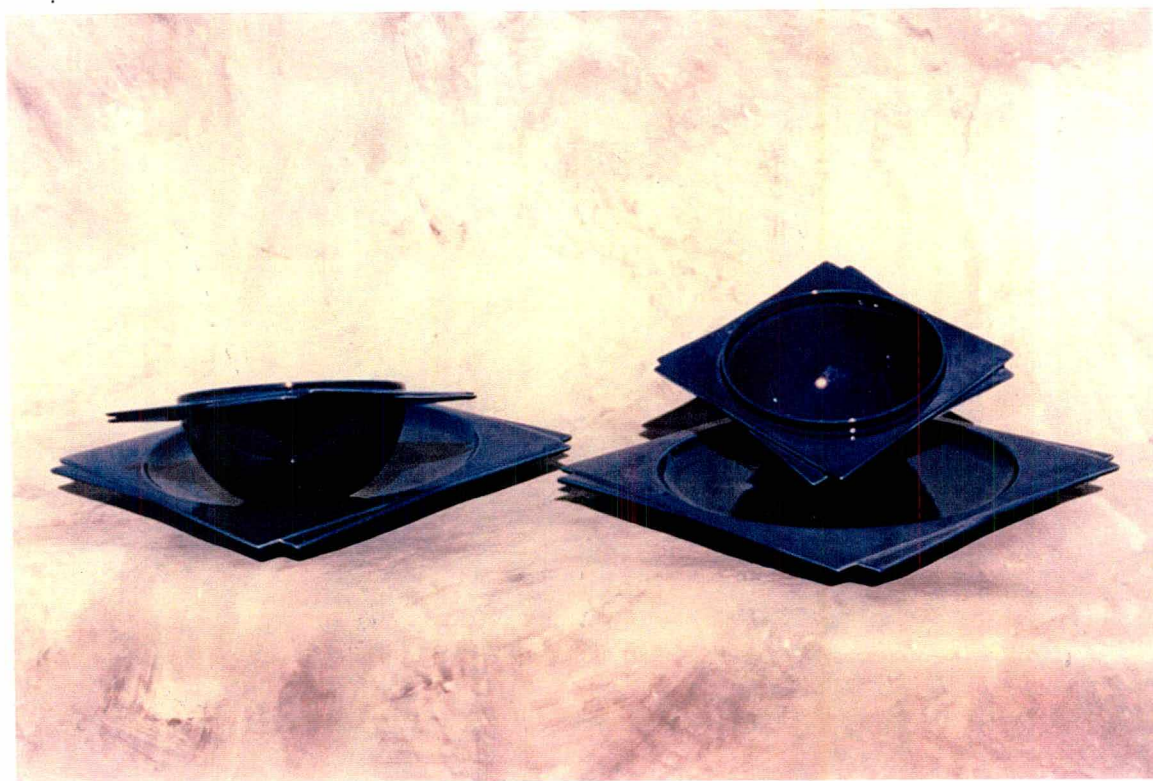


FIGURA 3.18 - Pratos e tigelas com abas quadradas.



FIGURA 3.19 - Xícaras diversas.

3.3.2.2. Peças em Porcelana

A porcelana, por atingir a fase vítrea durante a queima e possuir elevada contração (em torno de 16%), é um material bastante difícil para execução de peças, pois apresenta deformações, muitas vezes incalculáveis.

As peças em porcelana foram executadas utilizando-se os mesmos procedimentos empregados para as peças em faiança. Foram confeccionadas poucas peças, pois o objetivo era apenas antecipar resultados que poderiam vir a ser corrigidos antes da produção das peças em grês, material pouco usual que também apresenta fase vítrea e contrações em torno de 13%.

Para evitar estas deformações, as peças de porcelana podem receber compensações formais nos pontos onde ocorrem as deformações, ou apoios chamados "calotes".

Também são utilizados conhecimentos de física. O domínio da massa de porcelana específica em uso é fundamental, pois cada composição apresenta variações de comportamento.

Nas grandes indústrias, o mais comum, atualmente, é que os moldes sejam corrigidos inúmeras vezes, até que se obtenha o resultado final esperado, sem deformações. Para isto, modelistas com experiência podem refazer um molde em torno de seis vezes, até obterem o resultado desejado.

As peças foram conformadas por enchimento com pasta líquida e evitou-se manipulações com as peças úmidas, porque sabe-se que a porcelana, ao ser manipulada, pode deformar-se. Após a correção, esta deformação torna-se imperceptível no

estado cru, entretanto, após a queima a deformação retornará à peça. Este fenômeno costuma ser chamado de "memória da porcelana".

O acabamento foi feito com esponja e água, e as peças foram biscoitadas em via oxidante a 980°C, em forno a gás.

Posteriormente, estas peças receberam vidrado transparente, aplicado por imersão, e foram limpadas em todos os pontos de contato com a mobília do forno, bem como entre a peça e a "calote".

As "calotes" receberam alúmina, aplicada por pincel, através da diluição do seu pó em água. A alúmina evita que ocorra aderência da peça à mobília do forno, bem como permite que a peça deslize durante as contrações que ocorrem durante a queima, evitando empenos e/ou trincas.

A segunda queima foi realizada em atmosfera redutora, a 1250°C, em forno a gás, na qual se obtêm peças mais brancas, em um ciclo de queima apresentado em tabela anexa. Entretanto, o uso de anéis pirométricos levou à constatação de variação de temperaturas, na ordem de 60°C, sendo a mínima registrada 1230°C e a máxima 1290°C. Estas variações podem ter afetado o comportamento de algumas peças.



FIGURA 3.20 - Tigelas e calotes.



FIGURA 3.21 - Apoios de tigelas e calotes.

3.3.2.3. Peças em Grês Português

As peças em grês foram produzidas pelos mesmos métodos descritos para a faiança e a porcelana. A formação de parede durou em média 30 minutos e a secagem foi lenta, em torno de 12 horas. A desmoldagem também foi lenta, em virtude de as peças não se apresentarem bem secas.

Houve necessidade de aumentar a fluidez da massa para poder encher as peças que apresentavam paredes muito delgadas, como as abas das tigelas.

Posteriormente à secagem, foi dado o acabamento usual, feito por esponja e água. Após realizar algumas queimas, para teste com as primeiras peças, pôde-se verificar que a esponja deixava marcas nas peças. Isto ocorre pelo afloramento e movimentação dos sais presentes nas massas vermelhas. Estas manchas permanecem após o biscoito e a queima.

O biscoito foi queimado a 850°C, para que os poros não fechassem e impedissem a aderência do vidro.

Os vidrados foram preparados diluídos em água, na proporção de 0,75 l de água por quilo de vidrado, mais espesso que o usado em faiança, pois a coloração escura da massa requer maior cobertura de vidrado.

A aplicação do vidrado foi feita por pistola e foram isoladas as partes da peça que não receberiam vidro com fita adesiva de papel. No processo de pistola foram utilizadas câmaras com cortinas de água para evitar a dispersão de partículas no ambiente. Após a remoção das fitas adesivas, as peças sofreram limpeza nas áreas que não receberam vidro, com auxílio de esponja molhada.

A queima final foi realizada em forno elétrico em atmosfera oxidante. As temperaturas foram controladas com argolas piroométricas nas prateleiras do forno, tendo em vista as variações que ele normalmente apresenta e a necessidade de observar como a temperatura poderia interferir na forma final das peças.

Foram realizadas três queimas, e as temperaturas variaram entre 1120°C e 1050°C, o que impediu um controle mais rígido dos resultados obtidos. Ou seja, as peças que queimaram em temperaturas mais baixas não apresentaram nenhuma deformação, mas uma porosidade elevada. As peças que queimaram em temperaturas mais altas também mantiveram a estabilidade formal, mas apresentaram porosidade mais baixa, bem como uma coloração no vidrado azul cobalto, mais escura que o ensaiado.



FIGURA 3.22 - Peças em grês português vermelho, biscoitadas.



FIGURA 3.23 - Peças em grês português, vidradas.

3.3.4. PEÇAS EM GRÊS UTILIZANDO FOLHELHO F-R

As peças em grês foram produzidas pelos mesmos métodos descritos para a faiança, porcelana e grês português.

A formação de parede durou em média 15 minutos e a secagem foi rápida, em torno de 30 minutos. A desmoldagem foi realizada e as peças estavam bem secas.

As peças testadas foram: travessas quadradas, prato sem abas, tigelas com abas triangular e quadrada, apoio de tigela. Foram feitas as calotes para apoio de tigela e para tigelas.

Posteriormente à secagem, foi dado o acabamento usual, feito por esponja e água. Após queima não foi verificada presença de manchas de silicato ou sais minerais.

O biscoito foi queimado a 800°C, para que os poros não fechassem e impedissem a aderência do vidro.

Os vidrados foram preparados diluídos em água, na proporção de 0,75 l de água por quilo de vidrado, mais espesso que o usado em faiança, pois a coloração escura da massa requer maior cobertura de vidrado.

A aplicação do vidrado foi feita por pistola e derramamento. Foram isoladas as partes da peça que não receberiam vidro com fita adesiva de papel. Após a remoção das fitas adesivas, as peças sofreram limpeza nas áreas que não receberam vidro, com auxílio de esponja molhada.

A queima final foi realizada em forno elétrico em atmosfera oxidante. As temperaturas foram controladas com cones pirométricos nas prateleiras do forno, tendo em vista as variações que ele normalmente apresenta e a necessidade de se observar como a temperatura poderia interferir na forma final das peças.

Foram realizadas três queimas e as temperaturas variaram entre 1080°C e 1100°C. As peças apresentaram algumas deformações. A coloração no vidrado azul cobalto resultou mais escura que o ensaiado, apresentando um tom quase preto.



FIGURA 3.24 - Tigelas com aba quadrada e apoios, em grês F-R 2

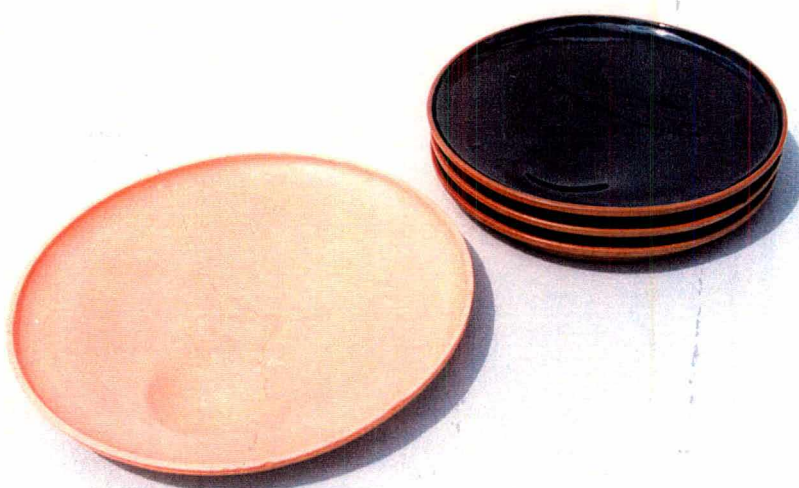


FIGURA 3.25 - Pratos em grês F-R 2

3.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.4.1. FAIANÇA CALCÍTICA

As peças em faiança apresentaram um resultado muito positivo, derrubando alguns "tabus" existentes, como a limitação de espessuras, normalmente usadas em torno de 4 a 5 mm, e a eliminação do "frete" em algumas peças.

Um fator a ser considerado é a dificuldade inicial na manipulação das peças, porque as pequenas espessuras apresentadas exigiram um cuidado redobrado na secagem. Em escala industrial, isto poderia ser contornado, pois haveria um grande número de moldes disponíveis e as peças poderiam ir para estufa, sobre os moldes, e serem manipuladas apenas após a secagem, minimizando as perdas e acelerando o processo.

Cabe salientar que as pessoas que estiveram em contato com esta etapa do processo admitiram que, após adquirirem o hábito de manipular as peças com espessuras finas e deixar de lado as resistências ao "novo", já não verificavam tantos problemas e a produção fluiu bem.

No caso da faiança, material cerâmico muito dócil, não ocorre sinterização durante a queima. A faiança não apresenta tantas deformações, nem o que se costuma chamar de "memória do processo" (a peça aparentemente estar bem após a secagem, mas no forno retornar à forma de origem), como a porcelana.

Apesar disto, pôde-se constatar que algumas peças apresentaram pequenas deformações, tanto pelas formas quanto pelas espessuras praticadas ou pela uniformidade e desuniformidade destas espessuras. Isto ocorreu com as tigelas com abas redondas largas e o prato com abas redondas largas, com aproximadamente 3 cm.

Pode-se verificar que as tigelas não sofreram deformações no seu corpo, e que em algumas abas também não houve deformações, principalmente nas de menor diâmetro, como a redonda e triangular, ou na de maior espessura de parede, como a quadrada.

Cabe salientar que as peças em faiança também foram queimadas sem o auxílio das "calotes". Algumas deformações ocorreram principalmente durante a manipulação no acabamento e não propriamente na queima.

Basicamente, as outras peças não apresentaram problemas altamente visíveis. As travessas quadradas mostraram que esta forma não apresenta problemas em faiança. Também as peças planas, como o tabuleiro, não apresentaram nenhuma ondulação, mesmo tendo sido queimadas sobre trempes para poder ser totalmente vidrado.

Os suportes para tigela e xícaras, ondulados, também não apresentaram defeitos, mesmo sem serem queimados sobre as calotes.



FIGURA 3.26 - Xícara com suporte, com renda aplicada e vidrado branco mate.

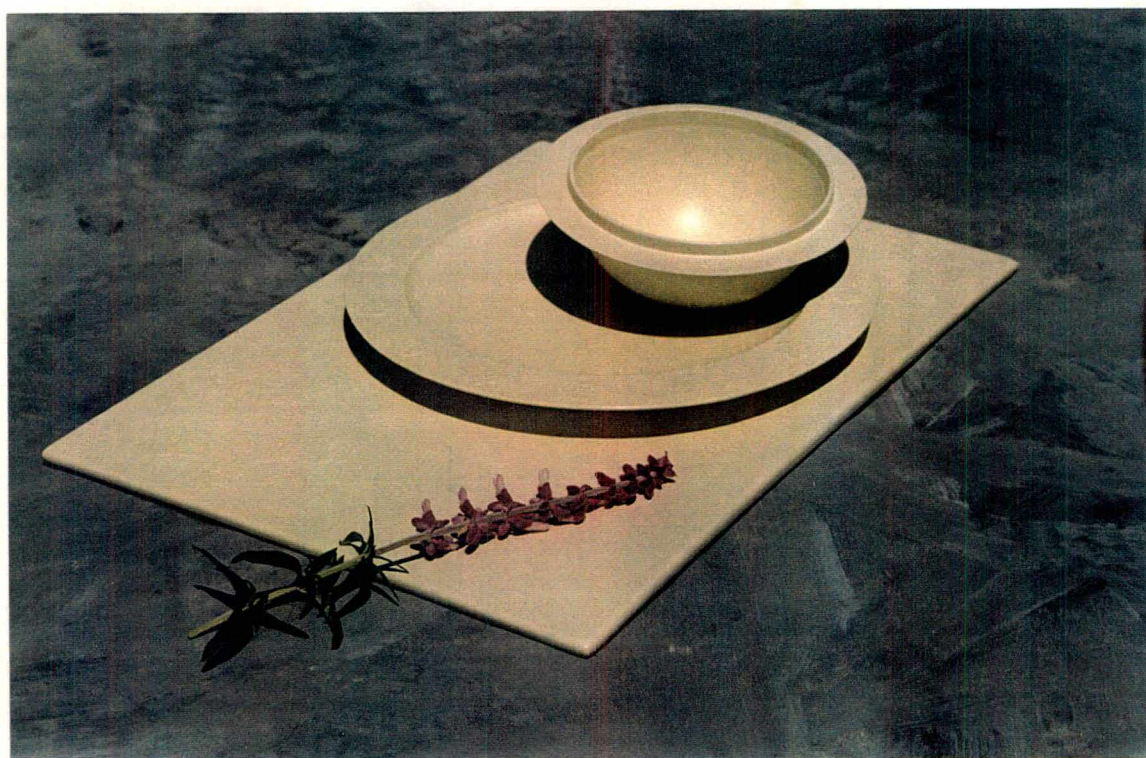


FIGURA 3.27 - Tabuleiro, prato circular com abas largas e tigelas com abas circulares estreitas com aplicação de renda e vidrado em branco mate.



FIGURA 3.28 - Xícara com apoio.



FIGURA 3.29 - Xícaras com asas esféricas.

3.4.2. PORCELANA

As peças de porcelana apresentaram deformações.

As abas das tigelas de sopa empenaram. As causas para este empeno podem ter sido: a) as abas serem muito largas (as mais estreitas quase não empenaram); b) as abas serem muito finas (as mais grossas também quase não empenaram); c) as espessuras das abas serem muito finas e uniformes; d) as "calotes" terem abatido durante a secagem e a queima (figura 3.20).

As correções mais plausíveis inicialmente seriam: a) secar as "calotes" de boca para baixo e eventualmente queimá-las preliminarmente desta forma (o que é adotado nas

indústrias de porcelana); b) tornar a espessura das abas mais grossas e desuniformes, ou seja, engrossá-las em direção ao bojo.

A opção adotada para evitar que as peças em grês apresentassem os mesmos defeitos foi inicialmente secar as "calotes" de boca para baixo, evitando seu empeno e consequentes deformações das tigelas. Em uma primeira tentativa, o problema desapareceu (figuras 3.30 e 3.31).

As abas dos pratos circulares deformaram-se, ondulando. A causa detectada foi as "calotes" terem sido feitas em partes, já que as ondas posicionam-se nas emendas das calotes, e terem, portanto, apresentado contrações que não acompanharam as dos pratos.



FIGURA 3.30 – Pratos sobre "Calotes". Pode-se notar as abas onduladas nos espaços deixados pelas "Calotes".



FIGURA 3.31 - Pratos e "Calote" em Porcelana.

O prato com aba larga já apresentava ondulações em faiança e este deverá ter sua aba engrossada, com variação de espessura em direção ao centro do prato, mantendo com isso a impressão de uma borda fina, mas tendo mais espessura interna.

A solução adotada para a execução das peças em grês foi a de colar as partes da calote, tornando-a uma peça única, permitindo que deslizasse junto com o prato, durante a contração de queima.

Em uma primeira tentativa, o problema desapareceu.

As abas do prato quadrado não apresentaram empenos significativos, apesar da calote apresentar abatimentos. Optou-se por mantê-la.

As abas das tigelas grandes empenaram independentemente do uso de calote, pois, ao invés de abaterem, levantaram.

A causa provável também deve ser a espessura uniforme e fina. A alternativa, como anteriormente descrito, é engrossar as paredes das abas, aumentando-as na direção do corpo da peça.

As travessas quadradas tiveram seu fundo abatido, e com o peso deste abatimento ocorreram deformações laterais.

A causa deste problema pode ser o uso de calote muito alta, deixando a peça sem apoio.

A deformação da calote foi provavelmente causada pelo fato de ela não ser totalmente

fechada, o que a torna frágil.

A solução encontrada neste caso foi cortar as calotes, permitindo que a peça ficasse apoiada com o seu próprio fundo na prateleira do forno, e também fechar a calote, através de modificação no molde (figuras 3.30 e 3.31).

O tabuleiro não apresentou nenhum empeno, tampouco as bases (castiçais). Entretanto, não se sabe o que aconteceria às bases das tigelas, pois houve um enga-

no na montagem do forno e elas acabaram não sendo queimadas sobre as calotes, tornando-se planas (figura 3.21).

Outros problemas que as peças apresentaram e que independem das formas dos produtos foram as contaminações perceptíveis da massa, assim como algumas bolhas decorrentes do processo de enchimento. O tempo de enchimento foi muito rápido, e a massa deveria ser despejada de forma mais lenta, para evitar a formação de bolhas.

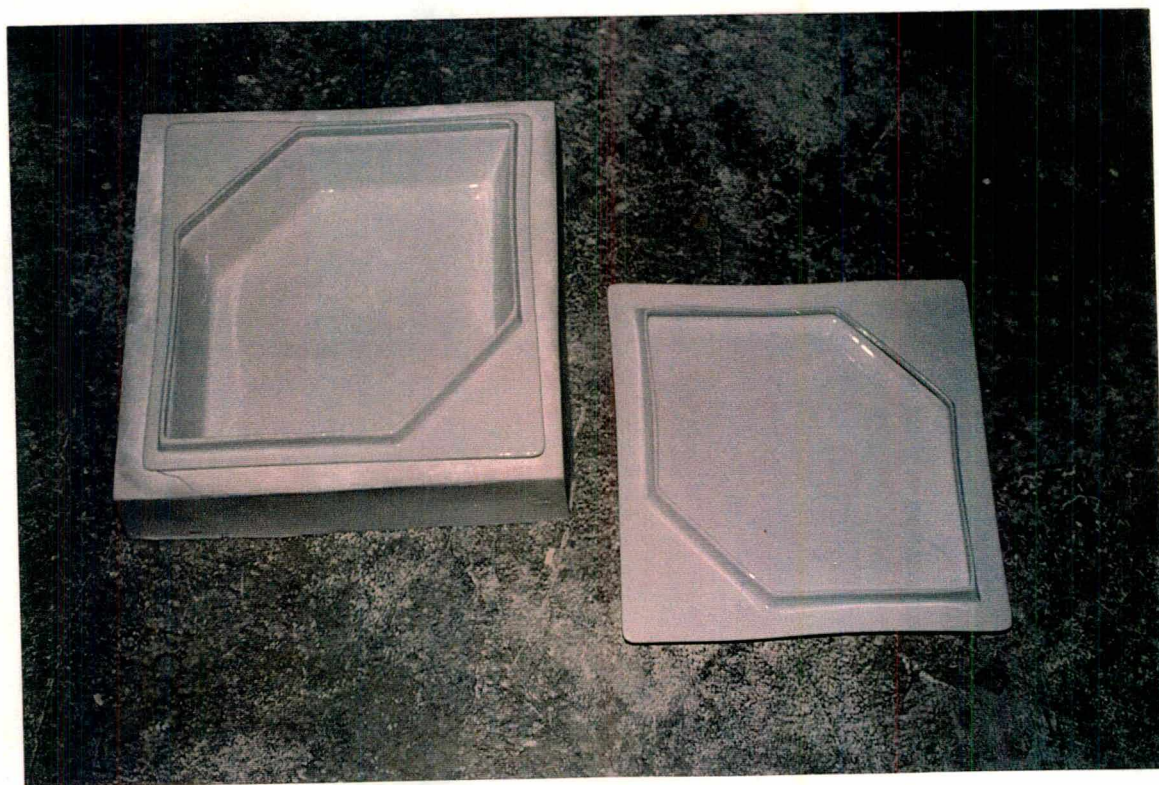


FIGURA 3.32 - Travessas sobre "Calote", em porcelana.

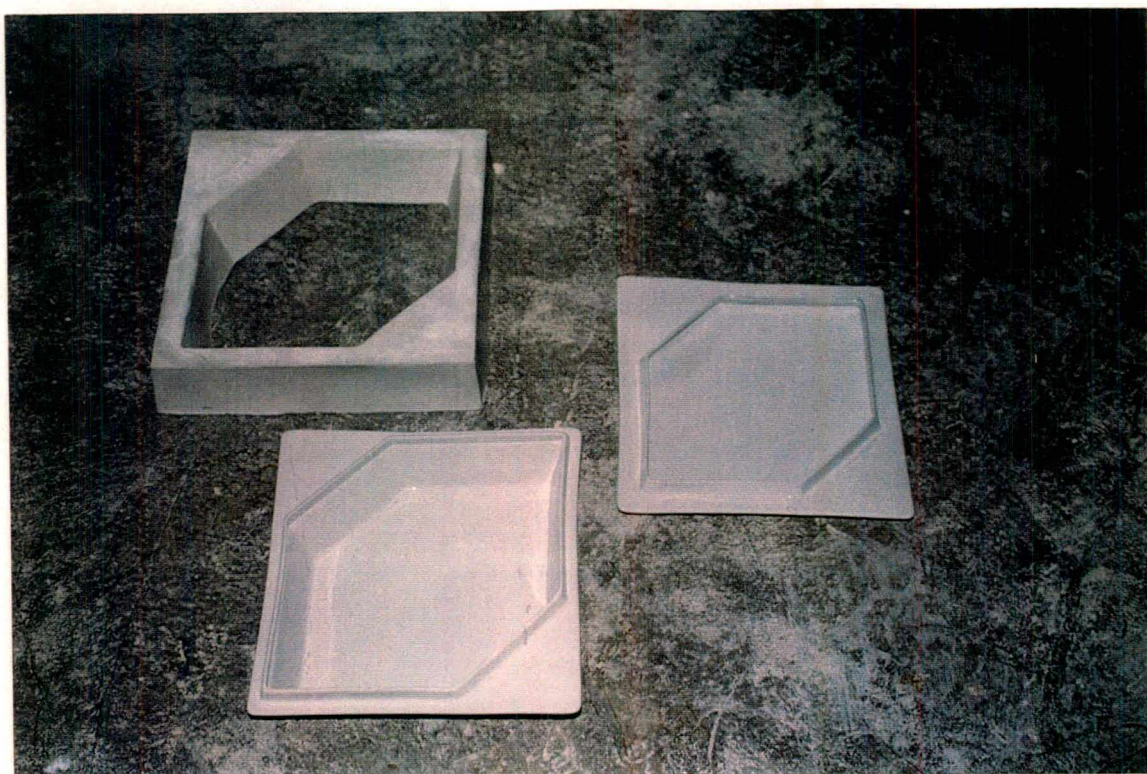


FIGURA 3.33 - Travessas e "Calote" em porcelana, onde pode-se observar o empenamento produzido pela falta de apoio no fundo da peça.

3.4.3. GRÊS PORTUGUÊS

As peças em grês apresentaram menos problemas do que as peças em porcelana, tanto pelas correções que puderam ser feitas com base nos resultados observados nas peças em porcelana, como pelas características intrínsecas da massa formulada. Esta, ao contrário da porcelana, apresenta maior plasticidade, o que evita algumas deformações. A temperatura de queima, inferior à sinterização, tornou a peça mais próxima da faiança que propriamente do grês, portanto, menos sujeita a deformações.

Cabe destacar que o objetivo do estudo com esta massa transcendeu o comportamento da relação forma-material, para também privilegiar o resultado visual-estético proporcionado pela coloração das peças, em

massa de cor vermelha próxima à da argila brasileira, proposta para a formulação do grês (figuras 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39 e 3.40).

Os problemas encontrados iniciaram no enchimento. As massas vermelhas, em geral, apresentam um rendimento inferior às pastas brancas. A formação de parede é mais lenta. O tempo de enchimento durou em média 30 minutos para o grês, contra 15 minutos para faiança e 10 minutos para porcelana.

A secagem também foi mais lenta, sendo em média 12 horas, contra 4 horas da faiança e 2 horas da porcelana. A desmoldagem foi difícil, pois as peças tenderam a rasgar, em virtude tanto de terem uma espessura baixa como do material apresentar uma dificuldade de secagem.



FIGURA 3.34 - Tigelas com diversas abas.

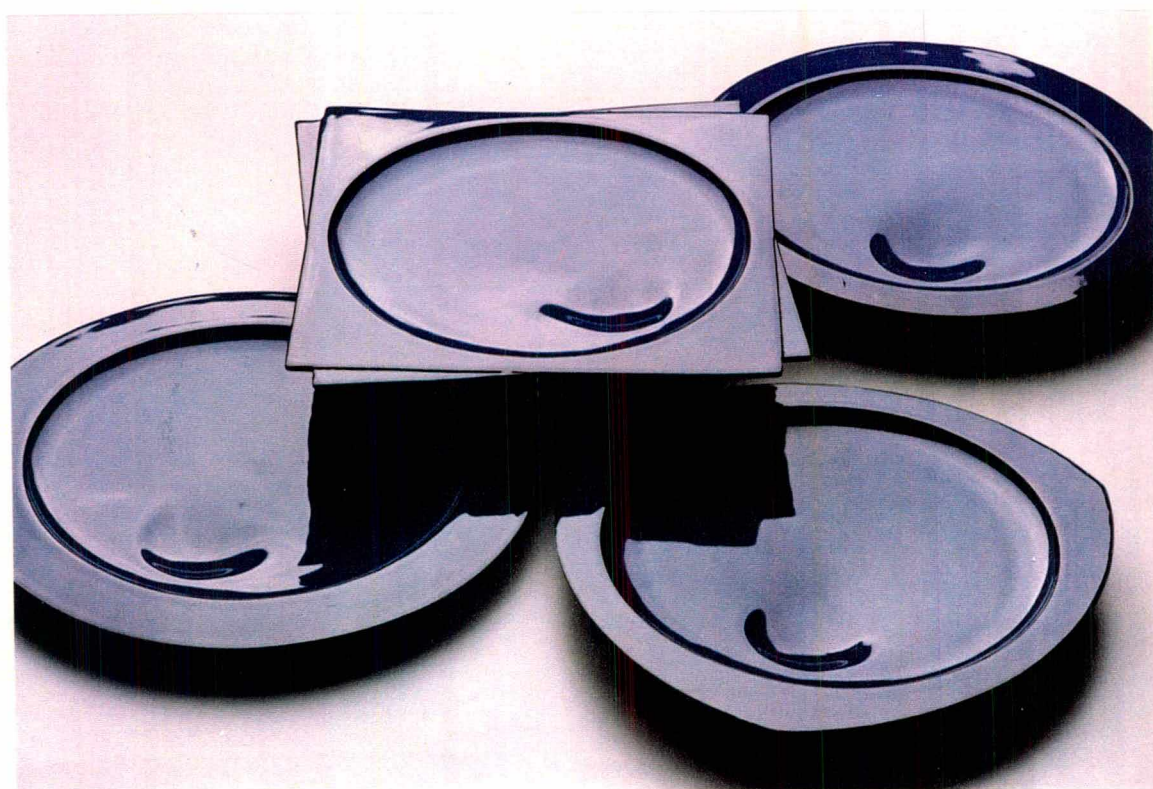


FIGURA 3.35 - Pratos com diversas abas.

As tigelas para sopa com abas circular e triangular foram queimadas sem calote e tiveram ondulações praticamente imperceptíveis.

Uma tigela com aba triangular queimada a 1180°C em calote apresentou abas levantadas, que podem ter sido resultado do empeno da própria calote. Neste caso, pode-se observar que deverão ser feitas compensações, bem como adotar a já mencionada variação de espessura das abas, deixando-as mais delgadas nas bordas em relação ao corpo das tigelas.

As tigelas com abas quadradas, mesmo as que foram queimadas a 1120°C, necessitam de calote, e só empenaram nos casos em que as calotes, provavelmente por possuírem uma parede fina, empenaram.

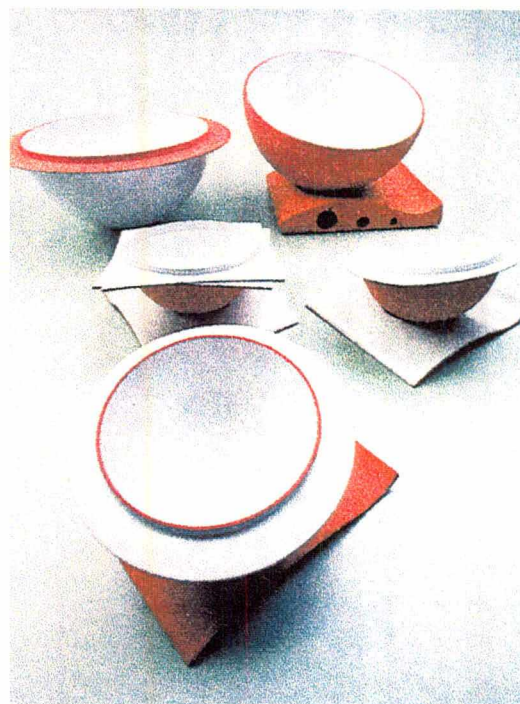


FIGURA 3.36 - Tigelas em diversos tamanhos com vidrado branco.

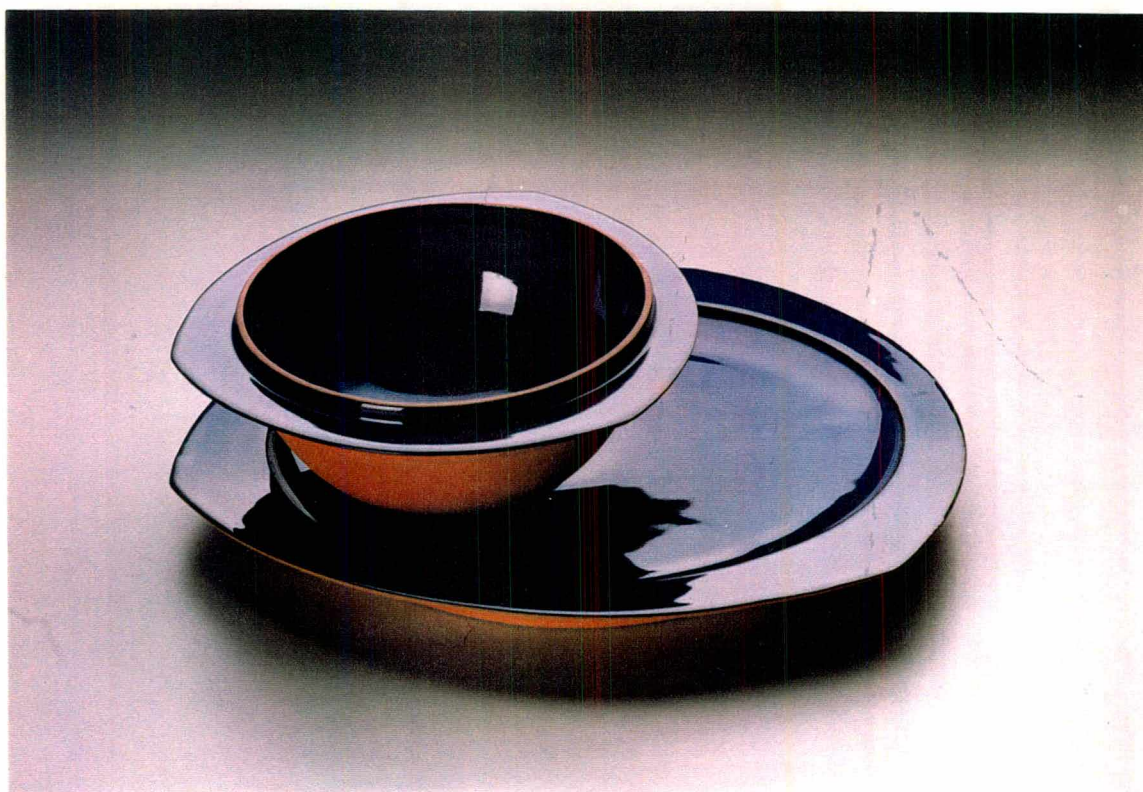


FIGURA 3.37 - Prato e tigela com abas triangulares.



FIGURA 3.38 - Prato com tigelas de abas quadradas.

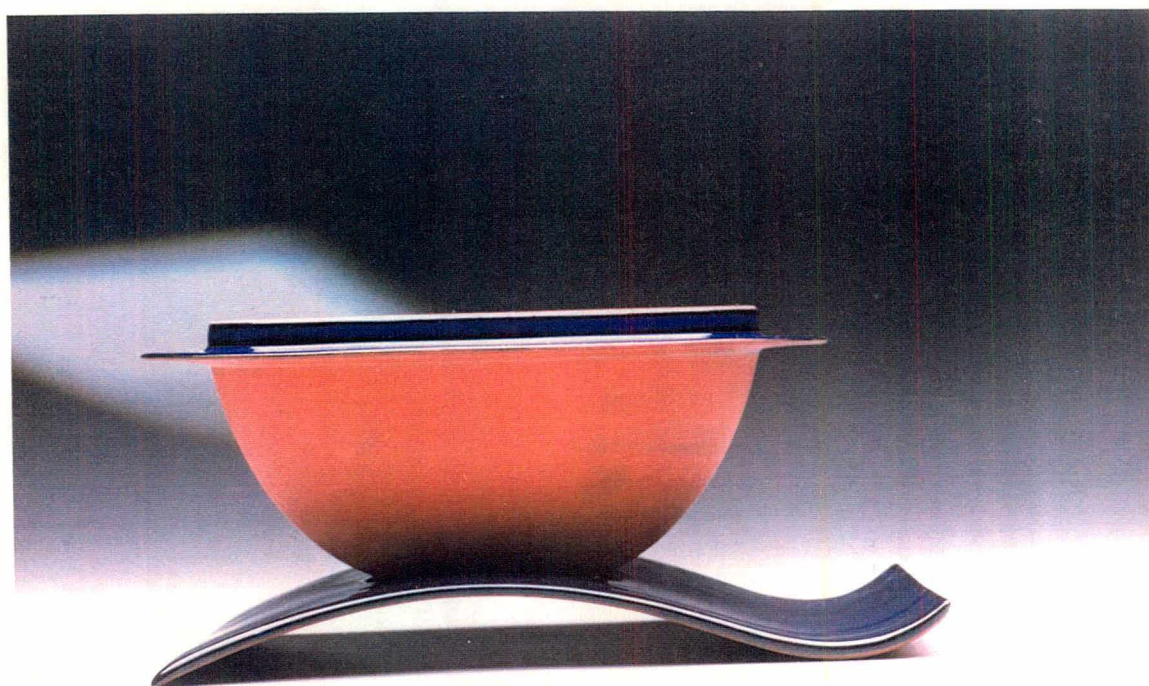
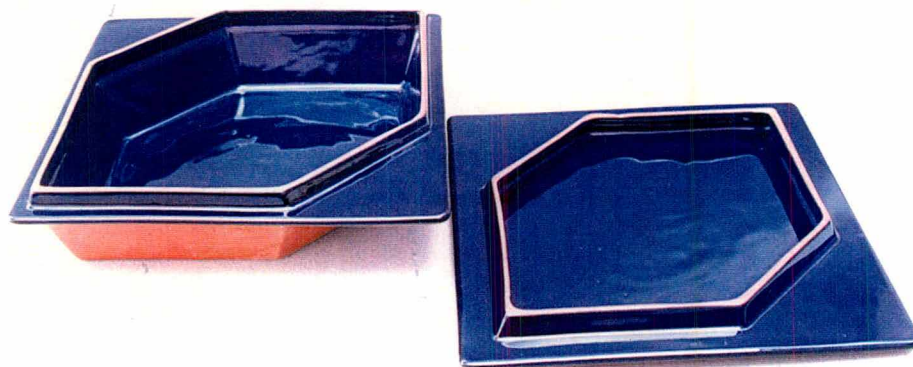


FIGURA 3.39. Tigela e apoio.



As tigelas com abas quadradas que foram queimadas sem calotes também empenaram, mostrando a necessidade deste artifício nestas formas.

Os pratos praticamente não apresentaram empenos, mesmo os que atingiram temperaturas de 1120°C.

Os pratos com abas circulares necessitam de um aumento de espessura na aba, sempre mantendo uma espessura delgada nas bordas, porque as abas largas acabam apresentando ondulações na sua superfície, decorrentes do processo de acabamento em cru.

As tigelas grandes, circulares, com abas quadradas, foram queimadas com as bocas para baixo, devidamente calçadas nas abas, com suportes feitos da mesma massa, e não apresentaram deformação.

A tigela grande com aba redonda também não apresentou empenos, apesar de ter sido queimada sem apoios. Isto ocorre, provavelmente, pelo fato de os empenos da aba, observados em porcelana, serem em direção ao bojo, devido à espessura da aba. Ao ser queimada com a boca para baixo, as abas abatem, compensando as contrações e ficando retas.

As tigelas sem abas, queimadas com a boca para cima, sobre um apoio circular, apresentaram grandes deformações na boca. Posteriormente foram queimadas com a boca para baixo e não apresentaram deformações. Na terceira queima, uma tigela destas, queimada com a boca para baixo, apresentou ligeira deformação, provavelmente em consequência do esquecimento de aplicar mais alúmina sobre a placa refratária, que permitiria o bom deslizamento da peça durante a sua contração.

As bases das tigelas e o tabuleiro mantiveram perfeitamente a forma .

As travessas hexagonais apresentaram algum abatimento na primeira queima, por não estarem totalmente apoiadas, como já verificado na porcelana. As travessas queimadas devidamente apoiadas na placa com auxílio de apoios nas abas não apresentaram deformação.

As xícaras tiveram suas asas coladas de forma a serem queimadas com a boca para baixo. Isto, entretanto, deve ser revisto, pois impede que as bordas sejam vidradas, causando falta de higiene nas peças, ou necessitando de uma segunda aplicação de vidro nestas bordas a temperatura mais baixa.

Cabe salientar que algumas peças apresentaram manchas de silicato, ocasionadas durante o enchimento, e também manchas decorrentes dos sais que emergiram durante o acabamento.

As soluções possíveis para este problema são:
a) esponjar as peças ainda úmidas, o que já mencionamos ser bastante difícil, dada a espessura das mesmas e sua dificuldade de secagem;
b) adicionar 0.05% de carbonato de bário na água que compõe a pasta, inclusive na água do esponjamento;
c) lixar com lixa d'água fina a peça biscoitada e esponjá-la logo em seguida, tomando o cuidado para que a esponja e a lixa estejam sempre limpas a cada passada na peça, pois, no caso de estarem sujas, apenas arrastam os sais, para outro local da peça.

As peças que receberam pincelada de massa no molde, para evitar a mancha, não apresentaram vestígio da mancha de silicato. As peças que receberam acabamento úmidas também não apresentaram manchas de sais. Neste caso, faz-se o acabamento com esponja úmida e, posteriormente, limpa-se a peça com esponja seca.

Pode-se, entretanto, observar que as peças não apresentaram deformações decorrentes destas variações de temperaturas, mas apresentaram deformações, eventualmente, por estarem melhor ou pior apoiadas nas "calotes".

A porosidade final desejada estava entre 4 e 10%, sendo que os padrões internacionais aceitam uma porosidade de até 11 % para louça utilitária. As peças apresentaram porosidade entre 10,7% a 1100°C e 1,2% a 1180°C. As peças queimadas a temperaturas inferiores apresentaram absorção acima de 14%, indesejável.

Deve ser considerado que as tigelas foram vidradas em apenas 50% de sua superfície, o que expõe a pasta às lavagens. Neste sentido, se por um lado a superfície que receberá o alimento está vidrada e, não estando porosa, estaria higienicamente protegida, por outro lado está exposta à absorção de água, o que levará a peça, com o tempo, provavelmente, a apresentar *craquelet*.

Craquelet é um tipo de trinca que ocorre na superfície vidrada, pela diferença de dilatação que ocorre entre a massa e o vidro. Torna a peça porosa, além de apresentar um aspecto envelhecido, que pode ser explorado como "efeito" em peças decorativas, mas é considerado "defeito" em peças utilitárias. O *craquelet* leva à retenção de sujeira, devendo a peça ser descartada para uso.

Este grês deve ser queimado a temperaturas entre 1100°C e 1150°C, apresentando pouca deformação e absorção de água, dentro dos padrões internacionais.

Existe um produto conhecido como "hidrofugante", que pode ser aplicado em peças decorativas após o biscoito para impedir que ocorra impregnação de água durante o uso da peça. Algumas empresas o utilizam em produtos utilitários, pelo lado que não recebe vidro,

mas ainda não foram testados eventuais níveis de toxicidade.

3.4.4. GRÊS COM FOLHELHO F-R

As peças em grês com folhelho F-R apresentaram alguns problemas, decorrentes principalmente do fato de as características da massa formulada ser constituída apenas da própria argila F-R, água e silicato de sódio.

Esta formulação apresenta baixa fluidez e tixotropia, além de uma contração elevada. As espessuras finas também dificultaram o processo. Apesar da formação de parede, a secagem e a desmoldagem serem rápidas e fáceis, principalmente comparada ao grês português, os problemas apresentados foram decorrentes da concepção dos moldes, pois esta massa apre-

sentou dificuldade de moldagem em via líquida em moldes fechados.

As peças com espessura acima de 3 mm, em moldes abertos, não apresentaram problemas, embora tenham tido uma formação de parede não muito densa.

As peças maciças, feitas com moldes fechados, pelas rápidas secagens das áreas em contato com o gesso, folhearam, devido à deposição das partículas finas nas paredes e as partículas grossas no interior da peça (figura 3.41). Foi o que aconteceu com os pratos e as abas finas das tigelas, exceto a quadrada.

As demais peças testadas apresentaram resultados razoáveis, apesar das contrações elevadas (figuras 3.42, 3.43 e 3.44).

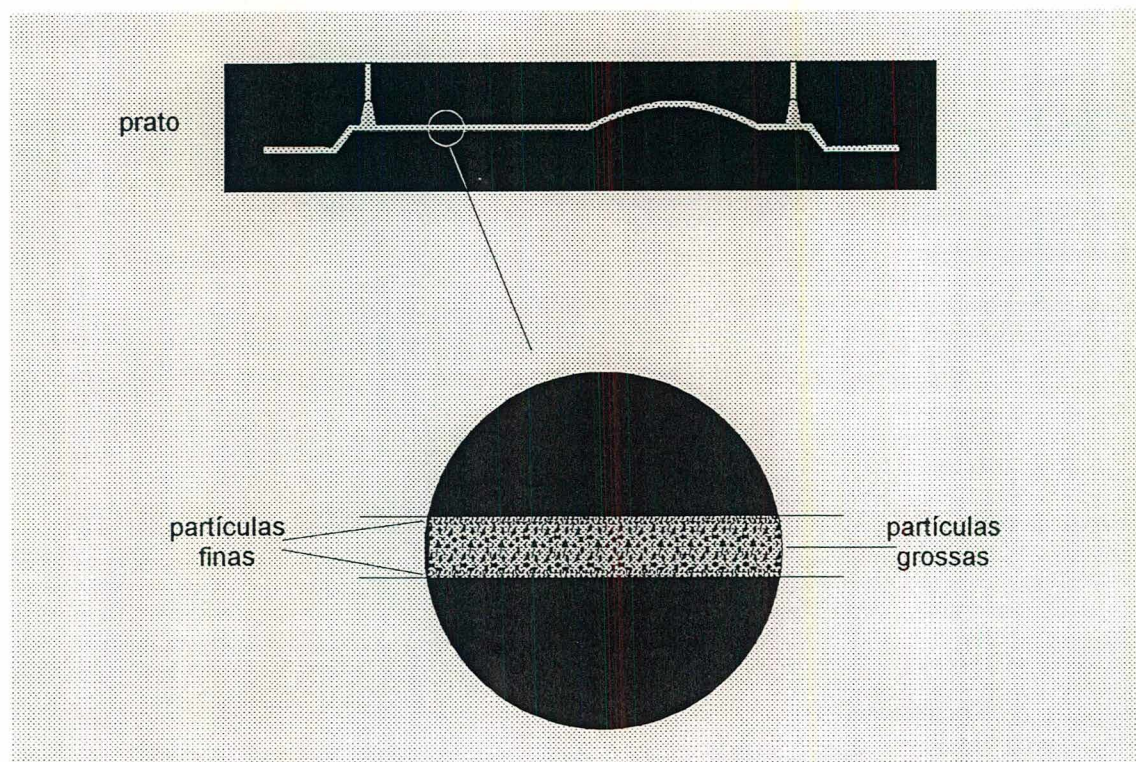


FIGURA 3.41 - Deposição das partículas no interior da peça



FIGURA 3.42 - Tigelas quadradas antes e pós-vidrado.



FIGURA 3.43 - Travessas quadradas.



FIGURA 3.44 - Xícaras moldadas com massa plástica.

As peças não apresentaram manchas de silicato e aparentemente ficaram bonitas. O acabamento deveria ser mais cuidadoso, melhorando a aparência final.

Não foram produzidas muitas peças com esta massa, tanto pela dificuldade encontrada em enviar matéria-prima para Portugal como para executar peças no Brasil.

Pode-se concluir que novas formulações devem ser testadas, bem como outra configuração de moldes ou de peças, com espessuras iniciais em torno de 4.5mm, que após queima ficarão com espessuras em torno de 3mm. As peças em grês apresentaram praticamente os mesmos problemas que as peças em porcelana, pelas características intrínsecas da massa formulada. Esta, ao contrário das massas de porcelana, apresenta maior plasticidade, o que poderia evitar al-

gumas deformações. Entretanto, a temperatura de queima, que propicia a sinterização, torna as peças muito sujeitas a deformações.

As tigelas para sopa com aba triangular não puderam ser desmoldadas, pois as abas desfolhavam.

As tigelas com aba quadrada queimadas a 1100°C em calote apresentaram abas levantadas, resultado do empeno da própria calote, que deveria ser reconcebida ou Ter suas paredes mais grossas. Neste caso, constatou-se que deverão ser feitas compensações, bem como adotar a já mencionada variação de espessura das abas, deixando-as mais delgadas nas bordas em relação ao corpo das tigelas.

Os pratos praticamente não apresentaram empenos, entretanto, apresentaram difi-

culdade de enchimento, em virtude da espessura ser muito fina. Muitos trincaram durante a queima de biscoito e outros após a queima final.

As bases das tigelas mantiveram perfeitamente a forma no biscoito, mas sofreram deformação na queima final.

As travessas hexagonais apresentaram algum abatimento nas abas, por não estarem totalmente apoiadas, como já verificado na porcelana.

As xícaras tiveram suas asas coladas de forma a serem queimadas com a boca para baixo. Como foram produzidas por massa plástica e com mais espessura, não apresentaram deformação.

A porosidade final manteve-se entre 0.2 a 1%, atendendo perfeitamente os padrões internacionais para grês e louça de mesa.

Cabe destacar que o objetivo no estudo com esta massa também privilegia o resultado visual-estético, e que a relação forma-material ainda merece estudos aprofundados. Em visitas realizadas a indústrias de porcelana, pôde-se observar que os moldes normalmente chegam a ser refeitos seis vezes, até conseguirem uma peça com a geometria determinada no projeto. Isto por modelistas experientes. Neste caso, esta metodologia deve ser aprimorada, mas o estudo realizado mostra o potencial do material e aponta para novos ajustes nos modelos e moldes.

3.5. PROCESSO DE DECORAÇÃO

A pesquisa sobre a aplicação de padrões gráficos para decoração de peças em cerâmica, tendo como base a cultura regio-

nal, encontra subsídio teórico na tendência internacional de busca e desenvolvimento de um design étnico, endógeno e exportável, tanto pela sua riqueza gráfica, como pelo apelo diferencial e próprio que comercialmente pode oferecer.

A riqueza cultural brasileira é reconhecida e admirada internacionalmente, mas infelizmente de forma restrita, não atingindo as empresas. Nestas, poucas pesquisas são realizadas com o objetivo de reconhecê-la, resguardá-la ou mesmo recriá-la, servindo de base para a criação e o desenvolvimento de novos padrões gráficos, aplicáveis a diversos suportes, dentre os quais, a louça cerâmica.

Uma das prováveis origens do conhecimento da cerâmica pelo homem remete ao uso da argila para impermeabilizar cestos trançados, que os homens primitivos confeccionavam. Pelo descuido, um destes cestos, revestido internamente com argila, teria pego fogo e, com a queima da cestaria, teria restado uma peça de material resistente, que podia acondicionar líquidos. Incrustadas nas peças, as marcas das cestas que serviram como base de fabricação incorporaram um resultado decorativo, que passou a ser explorado.

Desta observação surgiu, em 1990, um trabalho de aplicação e prensagem de argila sobre rendas confeccionadas pela minha avó materna.

Posteriormente foi retomado o tema, trabalhando-se com as "rendas de bilros", tendo em vista os seguintes aspectos:

- a) ser um trabalho realizado em Portugal desde o século XVI até a atualidade;

- b) a técnica ter sido trazida para Florianópolis em Santa Catarina, no Brasil, e ainda ser uma atividade praticada;
- c) ser, a renda, um tema universal, que também esteve muito presente na moda primavera-verão do ano de 1997, devendo manter-se dentro das próximas tendências internacionais, podendo ganhar uma abordagem regional, endógena, sem perder o caráter universal (levando-se em conta a tendência europeia da influência da moda do vestuário na decoração, desde os padrões dos móveis até os padrões das louças e objetos em geral).

Foram pesquisadas as rendas de bilros no Brasil e em Portugal, especificamente nas regiões de Florianópolis e Peniche, respectivamente.

Cabe ainda ressaltar que, em exposição sobre rendas de bilros realizada pelo Museu do Traje, em Portugal, em outubro de 1980, foram expostas seis peças cerâmicas que utilizavam como decoração as rendas de bilros. Estas peças foram produzidas em faiança, em diferentes localidades portuguesas no século XVIII. Ou seja, em outros tempos, alguns fabricantes de cerâmica em Portugal já se basearam no tema.

3.5.1. CONCEITO - RENDAS DE BILROS

Renda é o trabalho de agulha, ou de bilros, formado pelo cruzamento sucessivo ou entremeados de fios têxteis, segundo CALVET DE MAGALHÃES, 1995.

Na indústria das rendas portuguesas, há três classes de profissões: os fabricantes (os rendeiros), os revendedores e as picadeiras.

Fabricante é quem faz a renda, isto é, a rendeira, rendilheira ou feitoreira. Raramente a vende diretamente ao consumidor. Picadeiras são mulheres que fazem o cartão e o pintam de cor de açafão (obtida por uma mistura de clara de ovo e açafão), riscam o desenho e picam ou perfuram os piques ou moldes das rendas. "Este trabalho é mal executado, havendo pouco gosto e menos variedade nos desenhos que, pela maior parte, são copiados à vitrola" (CALVET DE MAGALHÃES, 1995).

Os utensílios que as rendeiras usam na atividade são:

- almofada portátil, cilíndrica, cheia de palha de trigo, forrada ordinariamente de pano de linho ou de algodão de cor vermelha, perfurada de lado a lado por uma abertura também cilíndrica;
- os bilros, sendo que os portugueses terminam por uma esfera ou bolinha, a qual ajuda a firmar os dedos (os bilros estrangeiros é que são semelhantes a um fuso). Os das rendeiras mais abastadas são de pau-brasil (melhores por serem mais pesados), e algumas rendeiras os possuem em marfim.

Ao contrário das rendas de agulha, as rendas de bilros são executadas com número ilimitado de fios, enrolados em bilros, tendo como base uma almofada cilíndrica. A rendeira senta-se em uma cadeira ou um banco com a almofada à sua frente e movimenta os bilros com as duas mãos. Um cartão picado é preso na almofada com alfinetes que, colocados em determinados pontos do desenho, orientam o movimento dos bilros e, conseqüentemente, o trançado dos fios (figura 3.45).



FIGURA 3.45 - Rendeiras - Peniche 1912.

Pela maneira como se fazem virar e cruzar os fios se obtêm os diversos pontos. Executa-se a renda cruzando, imprimindo aos bilros um movimento de rotação entre o dedo polegar e indicador, fazendo-os passar uns sobre os outros e mudando-os de lugar.

Cada fio de renda recebe o seu bilro. As rendas são feitas, quase sempre, com quatro bilros ao mesmo tempo, um par em cada mão. Uma rendeira experiente pode chegar a usar dezenas e até centenas de pares de bilros.

3.5.1.1. Breve Histórico

A indústria das rendas de bilros nasceu à beira-mar. Em Portugal, há um dito popu-

lar: "Onde há redes, há rendas". Para explicar a presença desta arte junto do mar, admitem-se várias hipóteses: teria sido trazida para Portugal pelos fenícios, já que é encontrada em pequenos portos de pesca do Mediterrâneo; teria, ao invés, vindo do norte da Europa, como pretendem outros, já que aparecem nos portos da Irlanda, Bretanha, Holanda; ou, ainda, teria nascido no recanto da Península Ibérica (Galícia e Portugal).

Em Portugal, as rendas de bilros já existiam em 1749, quando D. João V determinou que as rendas utilizadas pela corte deveriam ser exclusivamente as flamengas, limitando com isso o fabrico português.

Na tentativa de reverter essa restrição, os motivos marítimos, como algas, conchas,

peixe, búzios, estrelas do mar, de desenho e técnica inicialmente muito simples, foram se enriquecendo.

Calcula-se que, nos dias atuais, em Peniche, com maior ou menor persistência, cerca de 900 mulheres e crianças trabalham nesta atividade, o que equivale a 3% da população. O município de Peniche possui um museu com grande acervo de rendas, bem como três escolas. Outros municípios portugueses também se dedicam à "renda de bilros".

Esta atividade foi trazida para o Brasil pelos portugueses que se fixaram ao litoral e se desenvolveu no Nordeste, com destaque em Fortaleza, e na Região Sul, particularmente em Florianópolis.

O trabalho da rendeira vincula-se a motivos econômicos. Em períodos de escassez da pesca e das colheitas agrícolas, a mulher lançou mão desta atividade para manter o lar e ocupar o tempo. A renda de bilros constitui-se atualmente numa forma de manifestação da cultura regional artesanal.

3.5.1.2. Desenhos e Motivos da Renda Portuguesa

Em Portugal, faz parte da tradição cultural um tipo de "indústria" popular de rendas que apresenta trabalhos com menor perfeição, feitos pelas mãos mais simples das mulheres dos pescadores, e outra com maior perfeição, confeccionada pelas senhoras mais abastadas, ou mesmo freiras, que, no silêncio dos conventos, trabalhavam sem preocupações materiais. Estas produziam rendas "finas", mais "eruditas" ou, como dizem as portuguesas, "aristocráticas", executadas com linhas finas e de seda esmeradamente selecionadas.

Neste caso, também os motivos considerados como mais "eruditos" são mais trabalhados e complexos (figura 3.46). Já os populares ou mais simples são feitos com fios mais grossos e pontos menos sofisticados, além de mais repetitivos.

Os desenhos das rendas populares são: a imitação da natureza na estilização floral das rosáceas e das aras votivas (um tipo de margarida de quatro a seis ou oito pétalas): a imitação da decoração visigótica, romana, românica; círculos e arcos concêntricos, zigzagues, dentes de serra, losangos, a suástica de três braços, xadrezados, borboletas, barcos, aranhas, búzios, peixes e estrelas do mar, entre outros (figura 3.47).

Também aparecem o ponto de paninho, o meio-ponto e, por vezes, pastilhas sobrepostas ligadas entre si através de passadeiras simples ou picotadas, ou ainda pontos longos, como rede, tule e teia de aranha.

3.5.1.3. Desenhos e Motivos das Rendas em Florianópolis

As rendas de bilros foram trazidas para Florianópolis pela colonização "açoriana". Acredita-se que tenha sido levada aos Açores através de uma migração de pessoas de Peniche para aquela ilha e posteriormente trazida para o Brasil.

As rendas hoje produzidas ainda seguem as técnicas de manufatura de Peniche. As mulheres que se dedicam a esta atividade são as que vivem com os pescadores e concentram-se predominantemente na Lagoa da Conceição ou na Barra da Lagoa.

Os motivos e desenhos são totalmente populares e repetitivos, e pode-se dizer que a qualidade vem caindo cada vez mais. Os te-

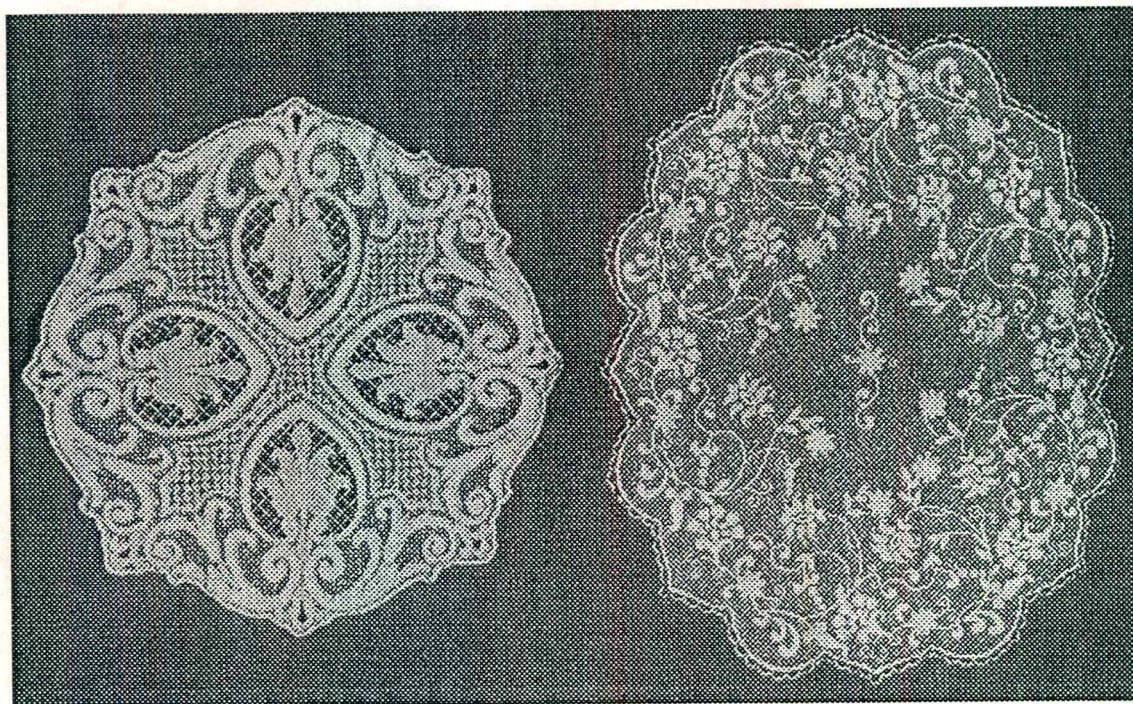


FIGURA 3.46 - Rendas Eruditas de Vila do Conde.

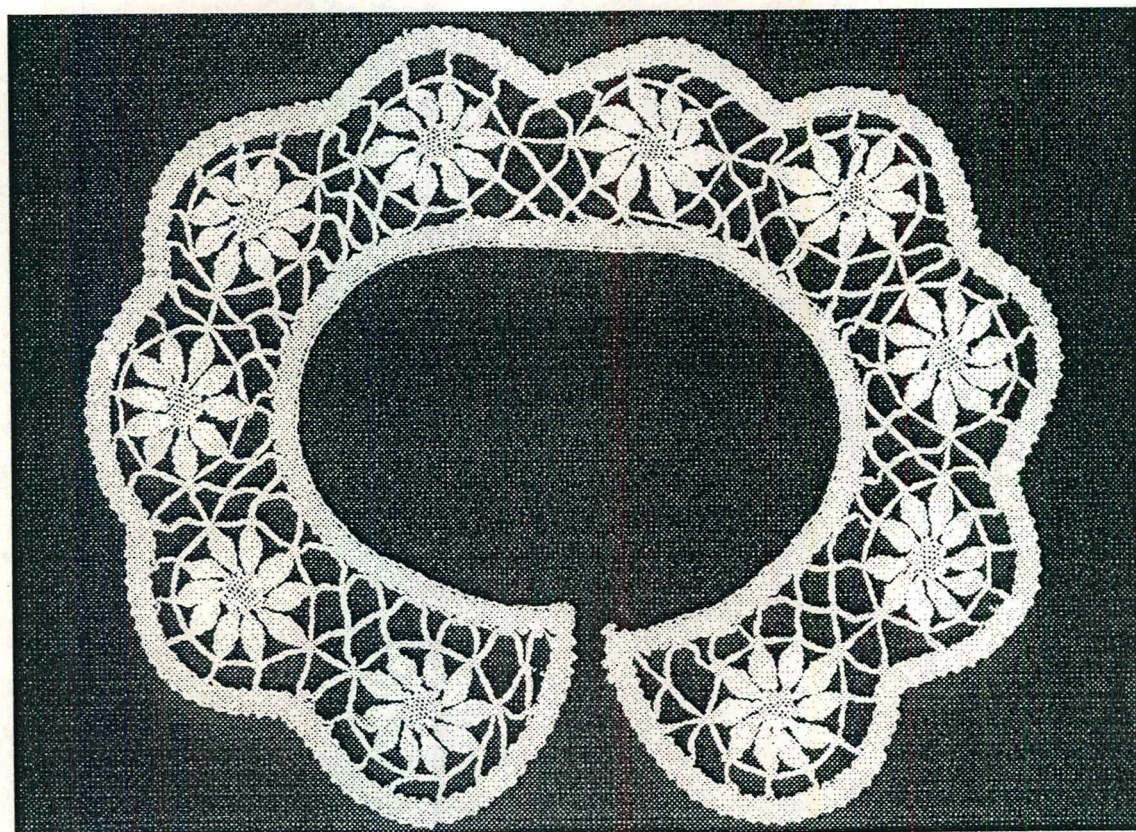


FIGURA 3.47 - Renda popular com tema de "aras votivas", de Peniche.

mas mais comuns são a "estrelinha", que parece uma margarida com oito pétalas, a renda sapa, que é bastante curiosa, além de

outros motivos, marinhos e baseados na vegetação, utilizando pontos básicos de fundo, como em Portugal (figuras 3.48 e 3.49).

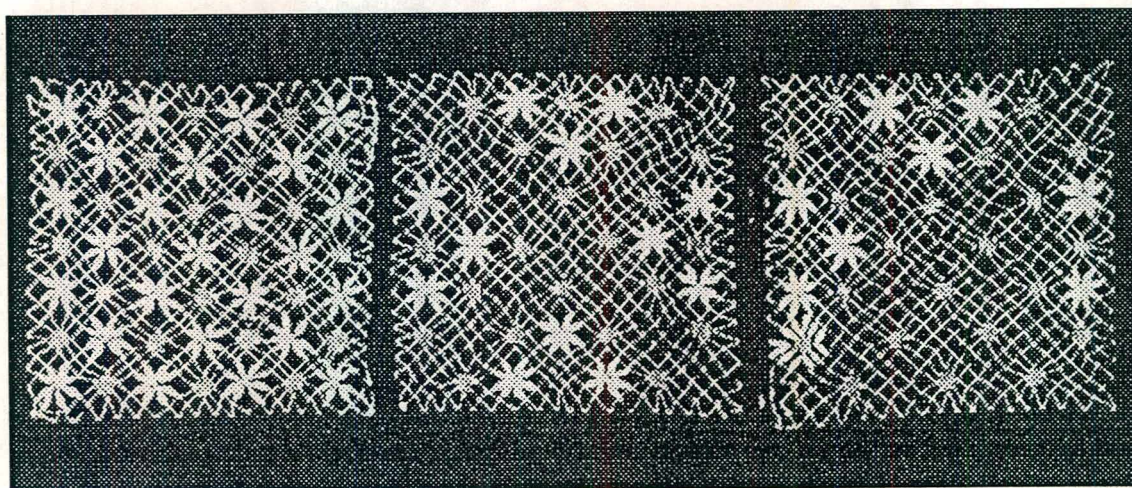


FIGURA 3.48 – Rendas Populares com tema "estrelinha", de Florianópolis.

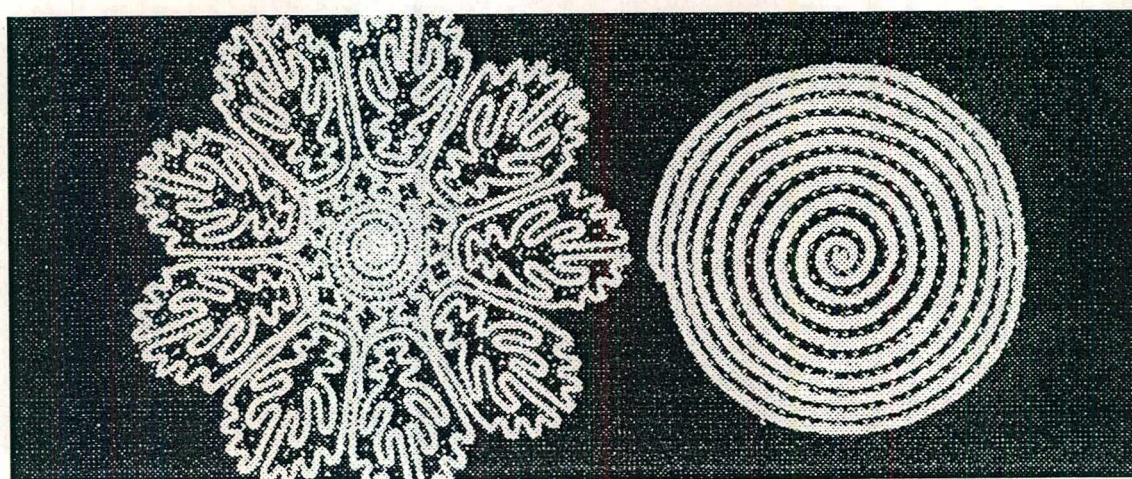


FIGURA 3.46 – Rendas Populares com tema "sapa", de Florianópolis.

3.5.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi selecionado um tema popular, encontrado tanto no Brasil quanto em Portugal: o ponto denominado "estrelinha", no Brasil, e conhecido em Portugal como "aras votivas", que parece uma margarida com oito a dez pétalas (figuras 3.47 e 3.48).

Outro tema escolhido foi a renda "sapa", que, embora popular, pode gerar um resultado mais erudito conforme seja explorada sua aplicação com mais irregularidade e novas composições através de alterações feitas em computador (figuras 3.49 e 3.50).

Também foi eleito um tema erudito com desenho orgânico, sem tema, realizado no início do século, por uma brasileira cujos ancestrais eram portugueses - minha avó.

Como fundo para estes padrões, foi utilizado o desenho tipo "tule", e o "cordão", como barra de acabamento, que contribuem para a caracterização da "renda".

Estes desenhos foram trabalhados de três formas:

a) aplicação direta, através da imersão de renda no material cerâmico em cru e aplicado sobre a peça em cru. Foram realizados testes com as seguintes variantes: material da renda (nylon, algodão, seda, organza de seda); trama da renda (tramas fechadas e tramas abertas); espessura do fio da renda (fios grossos e fios finos); matéria-prima cerâmica (porcelana, vidro, faiança, grês), conforme figuras 3.51 e 3.52;

b) impressão direta, através da impressão com rendas nas peças cruas. Foram realizados os seguintes testes: impressão manual com massa plástica, com diferentes rendas (tramas fechadas e abertas, fios finos e grossos); impressão pelo enchimento com massa líquida, com a renda colocada no molde, que é posteriormente enchido; impressão pela prensagem mecânica com massa plástica, sendo a renda colocada sobre o prato e recebendo a prensagem (com uma batida e com duas batidas, ou seja, depois da conformação do prato). Neste caso também foram ensaiadas as diferentes rendas, tramas abertas e fechadas, fios finos e grossos (figura 3.53);

c) decalques feitos pelo processo de serigrafia. Foram elaborados decalques com diferentes tramas e formas de aplicação de tinta, visando criar uma espessura grossa de deposição de tinta sobre a peça. Também foram testados efeitos de sobreposição de desenhos em um único decalque e em sobreposição de decalques (figuras 3.54, 3.55 e 3.56);

3.5.3. RESULTADOS

Todos estes processos de decoração com rendas tiveram resultados mais ou menos satisfatórios. No processo de aplicação direta, as rendas em nylon, com fios finos e utilizando faiança sobre faiança ficou satisfatório, bem como na aplicação que utilizou grês sobre grês. A aplicação foi feita nas peças cruas, posteriormente biscoitadas.

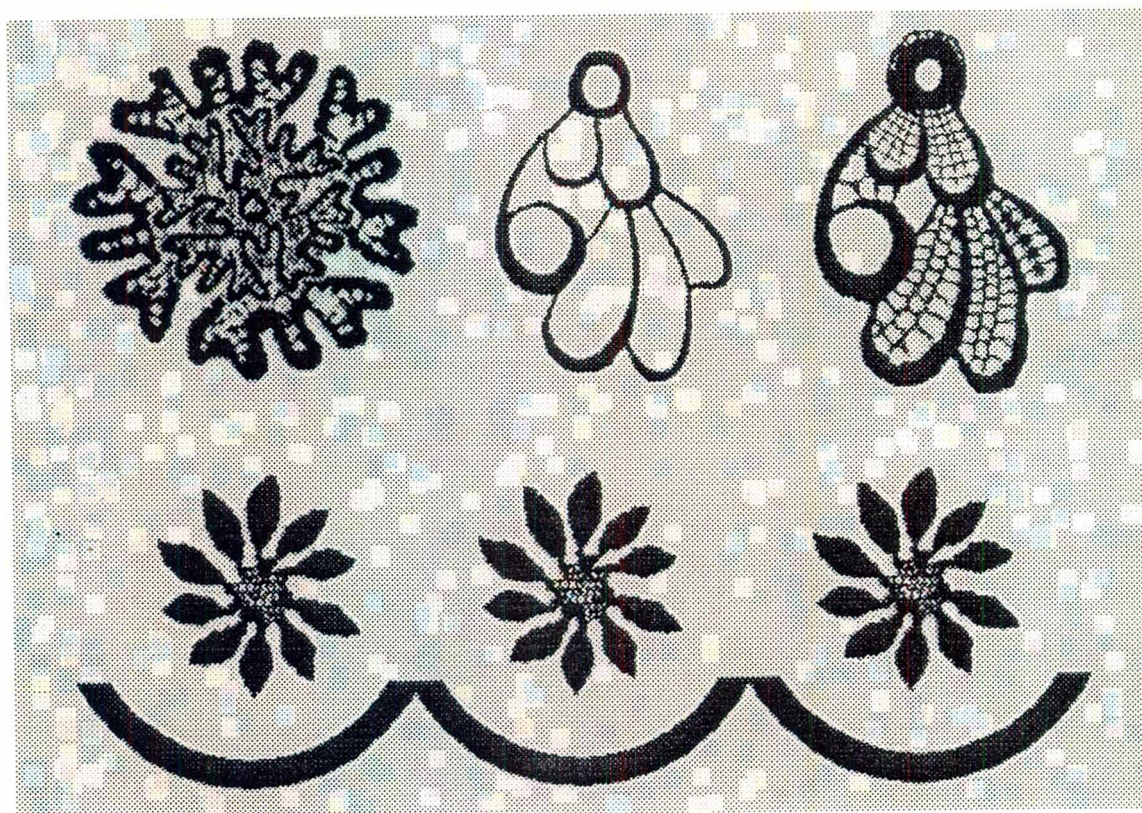


FIGURA 3.50 - Redesenho de rendas feito em computador para produção de decalques.

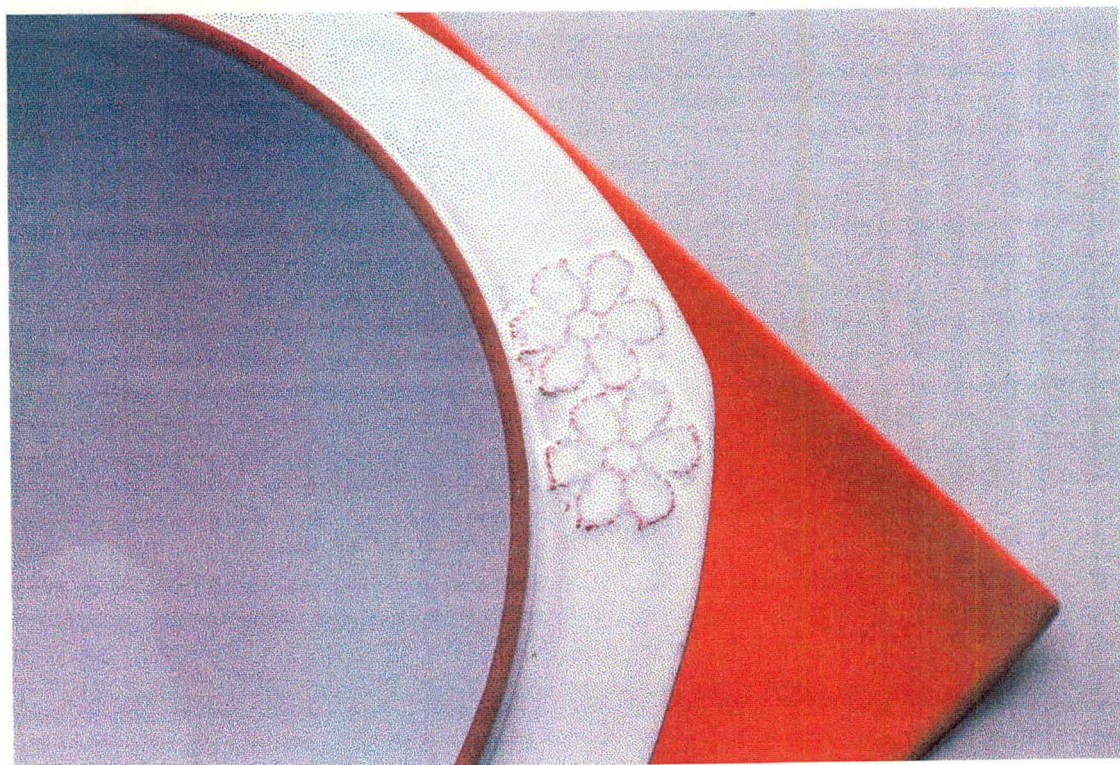


FIGURA 3.51 - Ensaio com rendas aplicadas sobre peças em grês português vermelho.

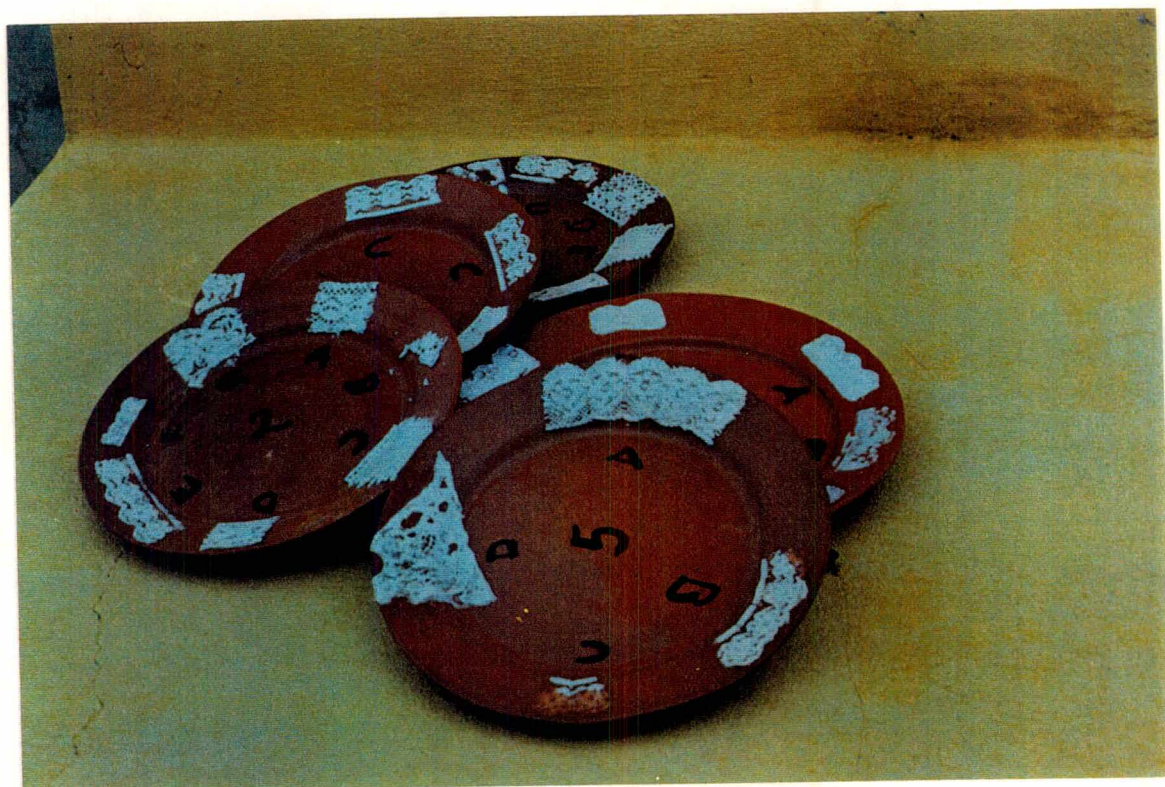


FIGURA 3.52 - Ensaio com rendas aplicadas sobre peças em grês português vermelho.

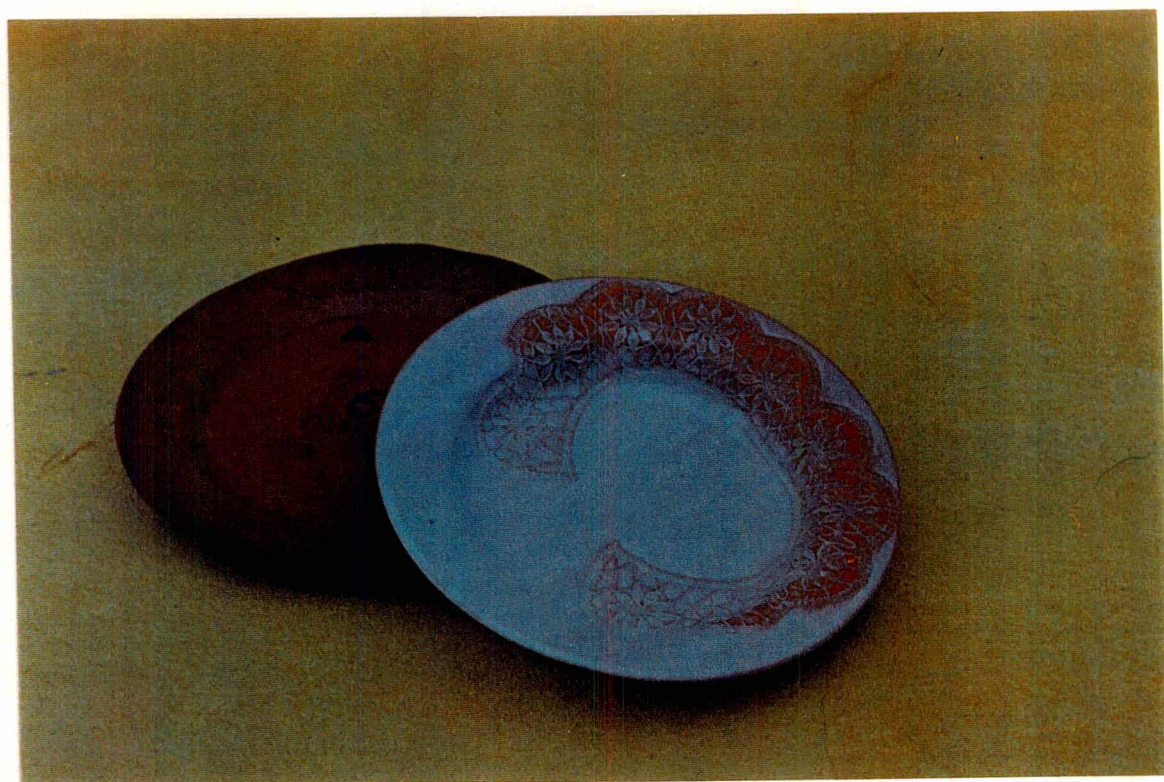


FIGURA 3.53 - Ensaio com rendas prensadas sobre peças em grês português vermelho.

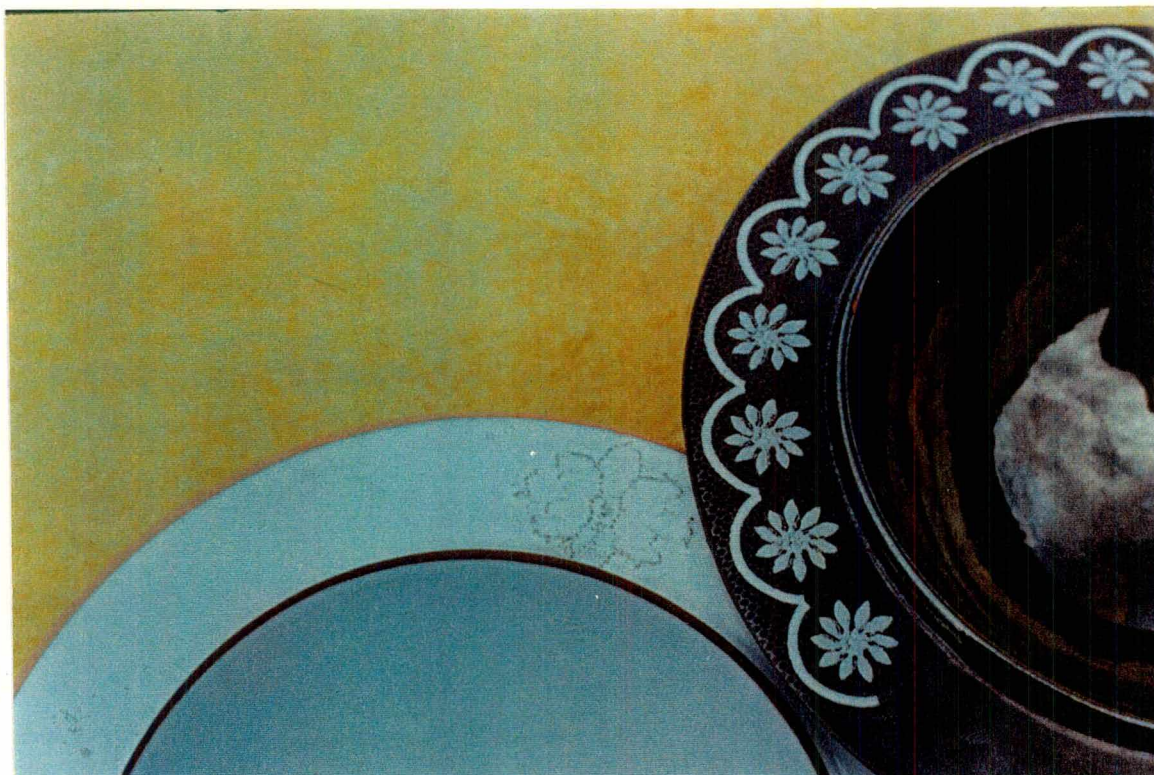


FIGURA 3.54 - Ensaio sobre peça em grês vermelho com renda aplicada e decalques.

Os vidrados que deram melhor efeito foram o branco mate, na faiança e no grês, aplicados por pistola, que permite maior controle na espessura do vidrado. Esta espessura deve ser rigidamente controlada, principalmente na área que recebe a renda. Este processo permite que o produto apresente sempre um toque artesanal, pois a variação na aplicação pode ser muito ampla. O custo é baixo, porque as rendas de nylon são mais baratas que a maioria dos outros processos de decoração usuais e a mão-de-obra não necessita ser muito qualificada (figuras 3.51 e 3.52).

No processo de impressão, o que apresentou melhor resultado foi em prensa hidráulica, com massa plástica sobre molde de gesso, em duas etapas. É um processo barato de decoração, que não aumenta os

investimentos e o custo decorrente do tempo despendido na segunda prensagem ou no acerto da renda sobre a peça. Seu custo também deve ser inferior ao da maioria dos processos utilizados, como decalque e/ou pintura (figura 3.50).

No processo de impressão, foram feitos experimentos com grês vermelho e experimentados alguns vidrados (branco mate e opaco), além de diferentes efeitos, como limpar ou não áreas do vidrado sobre a peça. Os melhores resultados foram obtidos com o branco opaco e limpeza parcial do vidrado executada com pincel.

No processo com decalques, o que apresentou melhor resultado foi a utilização de um único decalque, com sobreposição de desenhos.

Os decalques foram preparados a partir de imagens digitalizadas em computador e posteriormente trabalhadas nos programas, "photo shop" e "corel draw", e impressas em papel vegetal, para serem transpostas a telas serigráficas. A tinta utilizada foi uma formulação de vidrado branco diluído em óleo de secagem rápida, e posteriormente a laca, que serve para a transferência do decalque para a peça, e durante a queima desaparece.

Os decalques foram aplicados com auxílio de um pequeno "alisador", feito em bor-

racha de silicone, que impede a formação de bolhas de ar que causariam defeitos. A temperatura de queima foi 800°C, figuras 3.55 e 3.56.

Após visita a uma indústria de decalques em Portugal, pode-se observar que esta é uma técnica cada vez mais utilizada na indústria da porcelana em virtude da elevada qualidade que apresenta. O seu uso em peças em grês vem crescendo e o tema "rendas" poder ser amplamente desenvolvido em um trabalho futuro.

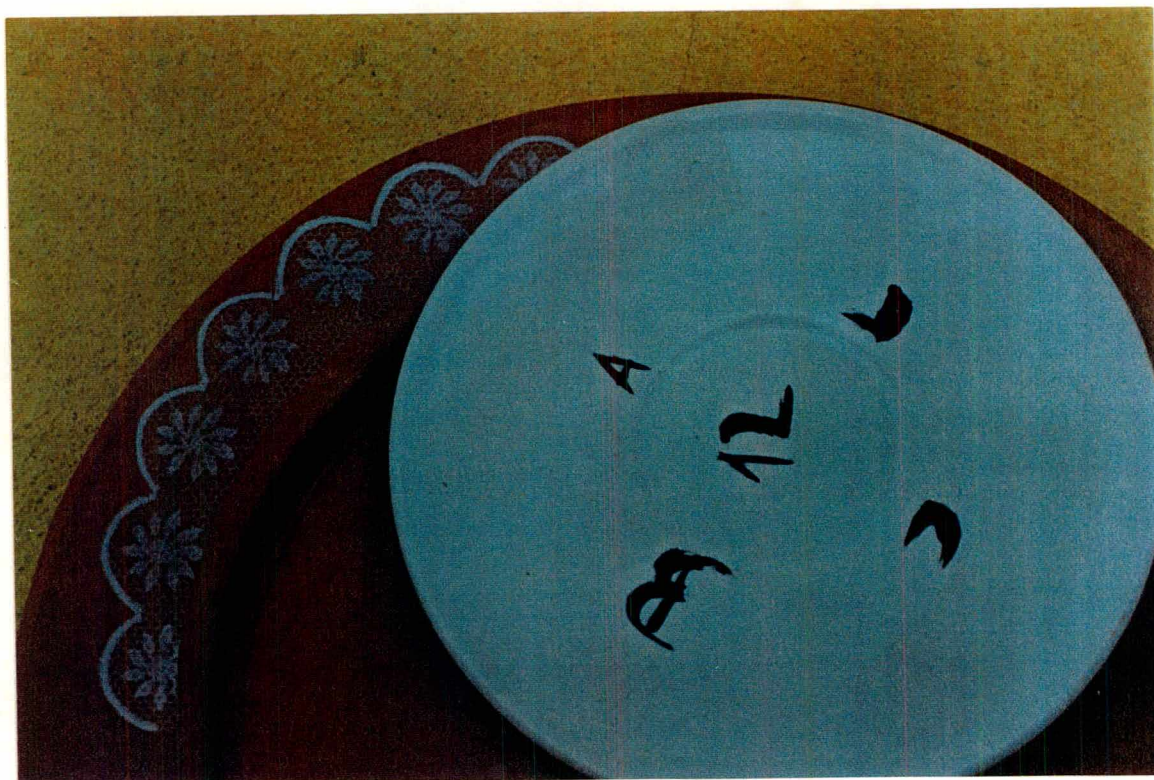


FIGURA 3.55 - Ensaio com decalques em pratos em grês vermelho e em prato vidrado em branco.

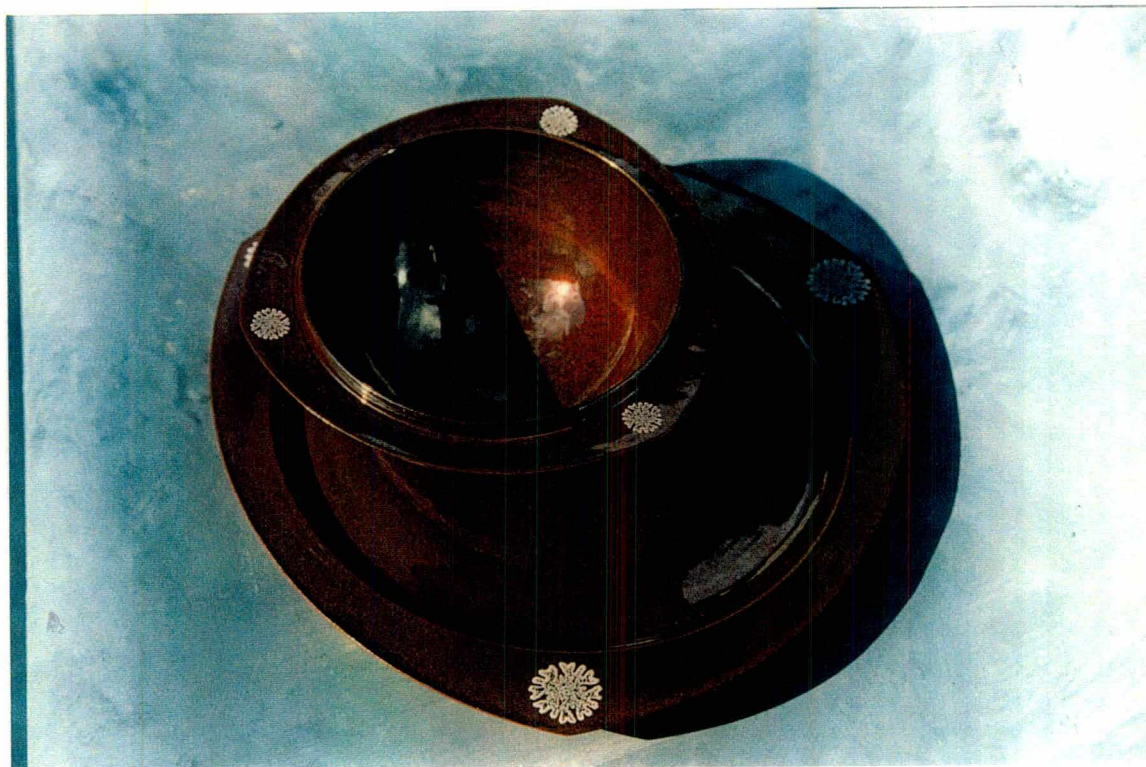


FIGURA 3.56 - Prato e tigela em grés vermelho com decalque em branco sobre vidrado amarelo mel.

3.5.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo demonstrou a potencialidade deste tema de pesquisa para aplicação gráfica em cerâmica, que pode propiciar uma infinidade de padrões e decorações.

Explorar este tema, ou outros, baseados em nossas raízes culturais, muitas vezes domésticas, para além de uma busca étnica, pode nos levar a um prazer lúdico de relembrar bons momentos da nossa infância, presentes em nossa memória, bem como no "inconsciente coletivo" dos consumidores que as indústrias pretendem atingir.

Pode também ser um caminho na busca da diferenciação de produtos para expor-

tação, com base nas possibilidades estéticas presentes na cultura brasileira.

3.6. CONCLUSÃO

Com os experimentos com corpos de prova, pôde-se constatar o que acontece com algumas formas de revolução e prismáticas, indicando que:

- a) abas com reforço são desejáveis para a manutenção da geometria geral de uma peça;
- b) calotes de apoio ou compensações podem minimizar, e até eliminar, problemas com formas prismáticas e abas sem apoio durante a queima;

c) a passagem do ar pelas peças durante a queima interfere na geometria das peças. Peças queimadas com boca para cima apresentaram menos deformação que aquelas queimadas com a boca para baixo.

O experimento com corpos de prova contribuiu para antecipar o que acontece em peças, apesar de se constatar que a avaliação formal em nível experimental com corpos de prova, ou mesmo com peças em escala reduzida, não necessariamente se repete em peças dimensionadas e confeccionadas em escala real, levando-se em conta os resultados obtidos com as peças produzidas posteriormente.

Quanto ao desenvolvimento de produtos utilizando conceitos de design, obteve-se um resultado original em louça de mesa, principalmente explorando-se a diversidade com padronização de formas, processos e materiais. O desenvolvimento das peças com auxílio de visualização por computador minimizou esforços, embora, durante a produção de modelos, tenham sido realizadas correções formais.

Os experimentos realizados com a produção das peças, desde os modelos e moldes até sua execução final, permitiram verificar os procedimentos usuais em cerâmica, avaliando suas possibilidades e limitações, como, por exemplo, a facilidade de produção em peças com formas de revolução, produzidas com auxílio de torno, em comparação às peças prismáticas ou orgânicas, produzidas em bancada.

A utilização de diversas matérias-primas permitiu um aprofundamento comparativo do seu uso e comportamento em produtos cerâmicos. Especificamente, mostraram a

viabilidade das formas propostas em materiais e massas cerâmicas já consolidadas.

A produção de peças permitiu verificar que as argilas vermelhas de um modo geral podem ser exploradas na produção de grês. Além de algumas propriedades físico-químicas e tecnológicas desejadas, apresentam um diferencial estético muito interessante.

A utilização das massas de argila folhelho (F-R) demonstra que podem ser produzidas peças com qualidade com este material, principalmente em massa plástica, utilizando processo de conformação, como torno e prensagem. Sua utilização em via líquida mostrou que a massa formulada permite obtenção de peças em moldes abertos e que em peças maciças, com moldes fechados, as espessuras devem ser superiores a 3 mm e uniformes, para que não apresentem deformação.

A utilização de apoios, ou "calotes", se faz necessária durante a queima, por ocorrer sinterização e alta contração das peças. Neste aspecto, seu comportamento é similar ao da porcelana, devendo ser adotados os mesmos procedimentos na produção e queima que são usuais a este material cerâmico. O uso das calotes pode ser substituído por compensações realizadas nos modelos e moldes, como na produção da porcelana.

O desenvolvimento de vidrados mostrou que o grês vermelho pode receber boa cobertura em coloração diversa, com excelente resultado visual.

A decoração desenvolvida para os produtos demonstrou a potencialidade do tema pesquisado para aplicação gráfica em ce-



râmica, apontando um caminho na busca da diferenciação de produtos para exportação, com base nas possibilidades estéticas presentes na cultura brasileira.

Os processos de decoração utilizados e desenvolvidos mostraram que existem vá-

rias possibilidades a serem exploradas visando a produção diferenciada, com provável baixo custo, rentabilizando o desenvolvimento de novas linhas tridimensionais. Várias decorações para um mesmo prato podem atingir segmentos de mercado diferentes.



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A realização da tese confirmou a hipótese de ser possível utilizar o design industrial associado à tecnologia para a concepção e o desenvolvimento de produtos de uso doméstico, como a louça de mesa. Estes produtos podem ser competitivos por sua qualidade (técnica, funcional e formal) e seu baixo custo, utilizando matérias-primas regionais abundantes. Com esta abordagem é possível incrementar a indústria cerâmica.

As amostras da matéria-prima regional selecionada, a argila do tipo folhelho, mostraram que esta argila apresenta características de grês quando submetida a queimas superiores a 1080°C, com resistência mecânica próxima de 900kgf/cm² após queima a 1100°C, absorção de água praticamente nula a 1100°C e coloração vermelho-intenso.

Sua retração elevada exige cuidados especiais de manipulação e produção, tais como os exigidos para a porcelana. O fato destas amostras conterem argilominerais finos, como a illita e a montmorilonita, indicou que apresentariam problemas para formar barbotinas estáveis.

Os ensaios realizados com massa líquida (barbotina) indicaram que as amostras testadas apresentam baixa fluidez, alta tixotropia e que, principalmente, tendem a necessitar de elevada quantidade de água e defloculante, apresentando, por consequência, baixas densidades.

Experimentos realizados com a argila ruínas (amostra F-R) isolada, na confecção de peças por processo de enchimento, demonstraram que a amostra apresenta certa dificuldade na obtenção de peças por processos via líquida.

Recomendam-se novas pesquisas para formulação de uma massa para usos industriais, visando minimizar a contração e aumentar a fluidez, dentro dos padrões de absorção de água e resistência mecânica exigidos. Os ensaios com adições de outras matérias-primas não foram suficientes para a obtenção de uma massa ideal, mas mostraram que este é um caminho a ser explorado.

Estes outros componentes poderão ser uma argila caulinítica plástica, quartzo, ou ainda chamote, com variação granulométrica.

trica, que poderão auxiliar na defloculação e no aumento da densidade para massas líquidas, bem como na redução da retração e em melhor empacotamento das partículas.

Outro caminho a ser explorado é a verificação dos cátions presentes nas argilas pesquisadas, bem como a análise química da água utilizada na composição. O uso de defloculantes orgânicos também pode ser experimentado e apresentar um resultado mais eficaz.

A aplicação de vidro mostrou que é possível obter uma boa cobertura e aparência atraente em peças como louça de mesa. A compatibilização entre massa e vidro deve ser verificada em estudos específicos.

Os resultados dos ensaios com as amostras em processos por via plástica apresentaram excelente resistência mecânica em cru e após queima. Os resultados de produção de peças com massa plástica mostraram facilidade de manipulação no acabamento após a desmoldagem, o que permite monoqueimas. As peças moldadas por torno tipo "jaule" e prensagem apresentaram um resultado positivo, tornando este processo altamente recomendável para estas matérias-primas.

Estes resultados também poderão ser aprimorados em novos estudos, visando a redução da retração, com formulações que adicionem outros componentes, como quartzo, caulim ou chamote.

Com os experimentos com corpos de prova, foi possível constatar o que acontece com algumas formas, de revolução e prismáticas. Eles apontaram que as abas como

reforço são desejáveis para a manutenção da geometria geral de uma peça; que calotes de apoio ou compensações formais podem minimizar, e até eliminar, problemas nas formas prismáticas, ou no uso de abas sem apoio (caso dos pratos), durante a queima; que a circulação livre do ar pelas paredes da peça durante a queima interfere na geometria das peças. Neste caso, peças queimadas com abertura para cima apresentaram menos deformação que aquelas queimadas com a abertura para baixo.

No desenvolvimento de produtos utilizando conceitos de design, compatibilizando aspectos estético/formais, simbólicos e culturais, funcionais e lúdicos, socioeconômicos, tecnológicos e ecológicos, pôde-se verificar que sempre é possível inovar, mesmo adotando formas simples e básicas. Vários produtos podem ser desenvolvidos a partir dessa premissa, contribuindo para a conquista de um mercado às vezes estagnado por falta de oferta de produtos com design atraente.

A produção de peças em grês permitiu verificar que as argilas vermelhas podem ser exploradas na produção de louça de mesa e objetos, pois apresentam um diferencial estético muito interessante, embora mereçam estudos específicos para a formulação de massas líquidas industrialmente competitivas.

A utilização das massas de argila folhelho (F-R) demonstram seu potencial para utilização em louça de mesa, em massa plástica, mas indicou a reformulação de massas líquidas, bem como o desenvolvimento de experimentos em outros produtos, como, por exemplo, luminárias, painéis, aquecedores de ambiente, com uso de es-

pessuras acima de 3 mm, minimizando deformações, sem perda das qualidades estéticas.

A decoração desenvolvida para os produtos demonstrou a possibilidade de utilização de vidros coloridos, como o azul cobalto ou o branco, sobre o grês vermelho, bem como o potencial de utilização de temas regionais trabalhados graficamente para aplicação nas superfícies de louça de

mesa cerâmica. Estes temas apontam um caminho na busca da diferenciação de produtos para exportação.

A pesquisa de processos alternativos na decoração mostrou que existem várias possibilidades a serem exploradas visando a produção diferenciada com baixo custo, rentabilizando o desenvolvimento das linhas tridimensionais propostas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIPRANDI, G. Matériaux refractaires et céramiques techniques, éléments de cerurgie et de technologie. Paris, Septima, 1979 .
- ANFACER- Cerâmica : Pisos e Revestimentos. São Paulo, Manual de Orientação Técnica, 1994.
- _____. Indústria Brasileira de Revestimento: história, estrutura e desempenho recente. São Paulo, 1995.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE CERÂMICA. Associação Brasileira de Cerâmica. 1992- 93-94-95
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Curso de Matérias Primas Cerâmicas. Apostila. s/. data
- BARDI, P M. Arte Cerâmica no Brasil. São Paulo, Banco Sudameris Brasil, 1980.
- BAUDRILLARD, J. O Sistema dos Objetos. São Paulo, Perspectiva, 1973
- BAUER, L.A. Falcão Materiais de Construção. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos , 1970.
- BELUZZO, Ana Maria de Moraes. Artesanato, Arte e Indústria. São Paulo, Tese de Doutorado, FAU/USP , 1988.
- BERG, Egon Antonio Torres, Estudo Tecnológico de Argilas do Estado do Paraná. São Paulo, Tese de doutorado – Escola Politécnica – USP , 1970
- BERG, E.A.T. & SOUZA SANTOS, P. Composição Mineralógica de Varvitos do Estado do Paraná. XIVº Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Paulo, 1970.
- BERG, E.A.T. & BANDEIRA, O.Z. Possibilidades de Emprego de Varvitos do Estado Paraná em Produtos de Cerâmica Vermelha. XIVº Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Paulo, 1970.
- BERG, Egon Antonio Torres, The Classical Ceramic Industry in Brazil in: Ceramics: Charting the future, Vincenzini-Techna, 1995 p.585-592
- BLAICH, R. – Managing Global Design. FIESP/CIESP/DETEC & Phillips do Brasil, São Paulo, 1989.
- BUSINESS WEEK- Hot Products – How Good Design Pays off. June 7, 1994, p.40-43.

-
- - Winners: the Best Product Designs of the Year. June 7, 1993, p. 44-54.
- - Winners: the Best Product Designs of the Year. June 8, 1992, p. 50-57.
- BONSIEPE, Gui . Teoria y Practica del Diseño Industrial. Barcelona, Gustavo Gilli ,1978.
- CALVET DE MAGALHÃES, M.M. de S.. Bordados e Rendas de Portugal. Lisboa, Vega, 1995.
- CARUSO, Nino. Cerâmica Viva. Milano, Restampa Hoepli,1985.
- CEBRAE. Diagnóstico da Indústria de Cerâmica de Revestimento do Estado de Santa Catarina. CEAG/SC.1977.
- CENCAL, Tecnologia Cerâmica. 2v, Caldas da Rainha, 1990.
- , Desfloculantes – Estudo de Eficácia, in: Revista Cerâmicas. Caldas da Rainha, 87-90, 1990.
- , Decoração Cerâmica, Caldas da Rainha, 1991.
- , Procedimentos de Controlo do Processo, Caldas da Rainha, 1992.
- , Curso de Modelação de Gesso. 5 módulos, Caldas da Rainha, 1993.
- , Determinação dos Teores em Chumbo e Cádmio de Loça Vidrada, Caldas da Rainha, 1995.
- , Introdução ao Processo Cerâmico, Caldas da Rainha, 1996.
- , Procedimentos e Normas do Sistema da Qualidade, Caldas da Rainha, 1996.
- , Serigrafia – Textos de Apoio, Caldas da Rainha, 1996.
- CHARLESTON, Robert J. World Ceramics – An illustrated history. London, Hamlyn, 1977.
- CHEN, I.; CALANTONE, R.J.; CHUNG, C.-H. - The Marketing-Manufacturing Interface and Manufacturing Flexibility. Omega – International Journal of Management Science, vol. 20, n. 4, p. 432-443, 1992.
- CLARK, Kenneth. Manual del Alfarero. Madrid, Hermann Blume, 1984.
- CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. - Managing New Product and Process Development. Macmillan – The Free Press, New York, 1993.
- COLUCCI JR. , José . O Design na Era da Integração. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FAU/USP, 1988 .
-

- _____, Design: Brasil acelera o passo. in: Mundo Cerâmico, jul/ago 1994. 14-24
- CONRAD, John W. Contemporary Ceramic Formulas. New York, Macmillan, 1980.
- DAY, G.S. Deciding How to Compete. Planning Review, september/october, 1989, p.18-23
- DRUCKER, P.F. – The Discipline of Innovation. Harvard Business Review, p. 67-72, may-june 1985.
- DIZ, Henrique Manuel Morais. O Estado de Agregação das Partículas da Caulinita e sua Influência nas Propriedades Reológicas de Compressão e de Enchimento de Suspensões Argilosas. Aveiro, Tese de Doutorado – Universidade de Aveiro, 1984.
- DOCZI, György O Poder dos Limites – Harmonias e Proporções na Natureza, Arte & Arquitetura. São Paulo, Mercuryo, 1990.
- DORMER, Peter. The Meanings of Modern Design, towards the twenty-first century. London, Thames and Hudson, 1991
- ERNI, Peter. Die Gute Form. Baden, Verlag Lars Muller, 1983 .
- FERNANDES, Dulce. O Projeto de Produto nas Pequenas Indústrias Moveleiras da Região Metropolitana de Curitiba. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FAU/USP, 1989.
- FERNANDES, Dulce *et alli*- Design e tecnologia aplicados a produtos cerâmicos para uso doméstico. Curitiba, Relatório de Pesquisa. UFPR/CNPq, 1994
- FERNANDES, Dulce. Projeto de produto e Padronização frente à Demanda pela Diversificação Florianópolis, artigo apresentado à disciplina de Design para a Manufatura, UFSC, 1994
- _____-Desenvolvimento de Produto utilizando a Análise de Valor. Florianópolis, artigo apresentado à disciplina de Análise de Valor, UFSC, 1994
- FERNANDES, Dulce & LEPIKSON, Herman A. A Diferenciação do Produto como Base da Estratégia Competitiva – Florianópolis, monografia apresentada à disciplina de Estratégia Empresarial, UFSC, 1994
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1975
- FISCHER, Volker Design e Desenvolvimentos Tecnológicos/Criação no Contexto de Estratégias de Marketing e Relações Públicas. Curitiba, Apostila /Instituto Goeth, 1993

-
- FONSECA, J. Design e Tecnologia, um Problema del Tercero Mundo. Conferencia Internacional de Design e Desarrollo Tecnológico, Habana, Cuba, 14 p., novembro 1993.
- FOURNIER, Robert. Illustrates Dictionary of Practical Pottery. Berkshire, Reinhold, 1977, 256p.
- FRANCASTEL, Pierre A Realidade Figurativa. São Paulo, Perspectiva, EDUSP, 1973.
- FUCHS, Heinz & BURKHARDT, François. Produto, Forma, História: 150 Anos de Design Alemão. São Paulo, Instituto de Relações Exteriores de Stuttgart, 1988 .
- GABBAI, Mirian coord. Cerâmica Arte da Terra. São Paulo, Cllis, 1987, 164p.
- GIOVANNINI, Rolando. Tecniqne Decorative e Progettazione - Dai Procedimenti Tradizionali al Contemporaneo terzo Fuoco Nelle Ceramiche per Architettura. Faenza, Faenza, 1996.
- GIPPINI, Enrique. Pastas Ceramicas. Madrid, Sociedad Española de Ceramica, 1979.
- GOMES, Celso Figueiredo. Argilas: o que são, para que servem. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.
- GRANDE ENCICLOPÉDIA PORTUGUESA E BRASILEIRA, Renda, Lisboa - Rio de Janeiro, Editorial Enciclopédia, 1945, 25º vol. pag. 89 à 92.
- GUILHERME, Ida. Rendas e Rendilheiras. 2ª ed., Peniche, Museu de Peniche - Câmara Municipal de Peniche, 1988.
- HALAL, W. E. - Strategic Management: The State-of-the-art and Beyond. Technological Forecasting and Social Change, vol 25, p. 239-61, 1984.
- HAMILTON, David. Manual of Pottery and Ceramics. 2ª ed. London Thames and Hudson, 1982, 188p.
- _____. Manual of Architetural Ceramica. London Thames and Hudson, 1982, 184p.
- _____. Manual of Stoneware and Porcelain. London Thames and Hudson, 1982, 168p.
- HAMMER, Michael & CHAMP, James. Reengenharia, Revolucionando a empresa. 23ª ed., Rio de Janeiro, Campus, 1994.
- HARLE, L. & WILLIS, S. Décoration de la Céramiche. Paris, Fleurus Idees, 1992.
- HARVEY, David. Cerâmica Creativa. Barcelona, CREAC, 1987.
-

-
- HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S.C. – Link Manufacturing process and Product Life Cycles. Harvard Business Review, p. 135-140, jan.-feb. 1979.
- HELL, Rodolpho . A Prática da Cerâmica no Brasil , 3 ed. São Paulo, Edanee , s/. data.
- HESSEN, J. Filosofia dos Valores 3ª ed. Coimbra, Armenio Amado, 1967
- HINCHCLIFFE, John & BARBER, Wendy. Décorer la céramique. Paris, Armand Colin, 1994.
- HOSOE, Isao, O Japão e a Mediterraneidade – Habitar o Trabalho Nomade. in: Concurso Jovem Designer, ICEP – Investimento, Comércio e Turismo de Portugal, 1995
- JOUENNE, A. – Propriétés Rhéologiques des Barbotines de Coulage. L'Industrie Ceramique num. 589, oct.1966.
- _____. Traité de Ceramiques et matériaux Mineraux. Paris, Septima, 1980.
- JONES, J. T. & MANGELS, John. Ceramics, industrial processing and testing, 4 ed. Ames, Iowa State University press, 1981.
- JURAN, J.M.: GRUNA, F.M. – Controle da Qualidade Handbook. McGraw-Hill, São Paulo, vol. 1, 1991.
- JUSTINO, Mª José A Admirável Complexidade da Arte in: Para Filosofar, São Paulo, Scipione, 1995.
- KANT, Crítica del Juicio. 2ª ed. Buenos Aires, Losada, 1968.
- KATZ, Silvia & MYERSON, Jeremy. Tableware. New York, Van Nostrand Reinhold, 1990.
- KENNY, John. The Complete Book of Pottery Making. 2ª ed. Radnor, Chilton Book Company, 1976
- KESLER, M.; KOSLTAD, D.; CLARK, W.E. - Third Generation R&D- the Key to Leveraging Core Competencies. The Columbia Journal of World Business, p. 34-44, 1993.
- KODAMA, F. – Technology Fusion and New R&D. Harvard Business Review, p. 70-78, july-august 1992.
- KOTLER, P; FAHEY, L.; JATUSRIPITAK, S. – A Nova Concorrência. Prentice-Hall, Rio de Janeiro, 1986.
- KRAUSE, Eberhard et alii. Principes et technique de cuisson et de construction de fours ceramiques, 2 ed. Paris , Septima , 1973 .
- _____. Le sechage en ceramique principes & techniques. 2ª ed. Paris, Septima, 1977.
-

-
- ▲ ■ ●
- LAWRENCE, P. A Necessidade Econômica do Design. FIESP/CIESP/DETEC – Desenho Industrial, Série de Papers, São Paulo, outubro, 1991.
- LENZ, R.T. – Managing the Evolution of the Strategic Planning Process. Business Horizons, vol. 30, n.1, jan.-feb. 1987.
- LEROY-GOURHAM, André. Evolução e Técnicas. Lisboa, Edições 70, 1984, 2 vol.
- LEVITT, Sucesso no Marketing através da Diferenciação (de qualquer coisa). São Paulo, Coleção Harvard, 1986, p 55-74
- LLORIS, Miguel Beltrán. Guía de la Cerámica Romana. Zaragoza, Libros Pórticos, 1990.
- LORENZ, Christopher. The Design Dimension : Product Strategy and the Challenge of Global Marketing. 2ª Ed. Cambridge, Basil Blackwell, 1990.
- LOYOLA, L. & SIEDLECKI, K. O folheto da Formação Campo do Tenente e seu uso na indústria cerâmica. Curitiba, Anais do 37º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 1993.
- LOPEZ, Juan L. Naveiro, El Comercio Antiguo en el N. W. Peninsular. la Coruña, Museu Arqueológico, 1991.
- LUCIE-SMITH, Edward. A History of Industrial Design. Oxford, Phaidon, 1983.
- MANU, Alexander. A Forma segue o Espírito. in: Anais do Fórum Interacional de Design e Diversidade Cultural. Florianópolis, SENAI/LBDI, 1995.
- MARCUSE, Herbert. A Dimensão Estética. Lisboa, Edições 70, 1977.
- MEDEIROS, A. et alii. Expressões Gráficas da Cultura Material no Litoral Catarinense. In: Florianópolis, Anais Grafica 96, 1996, p. 147-157.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. Perfil do Setor Cerâmico do Estado do Paraná. 2ª ed. Curitiba, 1989, 69p.
- _____. Consumo Mineral na Indústria de Transformação. Curitiba, 1991. 182p.
- _____. Argilas para cerâmica vermelha no município de Campo do Tenente. Curitiba, 1992.
- MORAIS, Anamaria. Design: arte, ciência, tecnologia? Curitiba, VII ENESD, 1997.
- MORALES, Luiz Rodrigues. Para una Teoría del Diseño. México, Tilde, 1989
- MOLES, Abraham. O Kitch. 2ª ed. São Paulo, Perspectiva, 1975.
-

- MUNFORD, Lewis. Arte & Técnica. São Paulo, Martins Fontes, 1970.
- MUSEU MONOGRÁFICO DE CONIMBRIGA, Coleção Museus de Portugal, Lisboa, Instituto Português de Museus, 1990.
- MUSEU MONOGRÁFICO DE CONIMBRIGA, Lisboa, Instituto Português de Museus, 1994.
- MUSEU NACIONAL DO TRAJE, Rendas Portuguesas. Lisboa, Museu Nacional do Traje, maio-outubro, 1980.
- MÜLHMAN, H. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Ponta Grossa, PETROBRAS – Petróleo Brasileiro SA – Relatório DESUL, 1974.
- NAGEL, A. – Organizing for Strategic Management. Long Range Planning, vol. 17, n. 5, p. 71-78, 1984.
- NASSER, José Monir. Teoria Geral da Interatividade, pequeno ensaio. Curitiba, Programa de Reciclagem de Professores do Estado do Paraná em Faxinal do Céu, 1996.
- NONAKA, I. - The Knowledge-Creating Company. Harvard Business Review, p. 96-104, november-december 1991.
- NAVARRO, J.E. et alii Tecnologia Cerâmica. Valencia, Universidad de Valencia, s.d., 2v.
- NORTON, F. H. Elements of Ceramics. Massachusetts, Addison-Wesley, 1957
- _____, Introdução à Tecnologia Cerâmica. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP, 1973.
- _____, Cerâmica para el Artista Alfarero. 11ª ed. Mexico, Continental, 1975.
- _____, Cerâmica Fina. Tecnologia y Aplicaciones. Barcelona, Omega, 1975, 505p.
- ONODA, George & LARRY, Hench. Ceramic processing before firing. New York, John Wiley & Sons, 1978.
- OSBORNE, Harold. Estética e Teoria da Arte. São Paulo, Cultrix, 1970
- PEDROSA, Mário. Arte Culta e Arte Popular. in: Arte em Revista, São Paulo, Kairós, Ano 2, Nº 3, p. 22-26, 1980.
- PETERS, T. – Rompendo as Barreiras da Administração. Ed. Marbra, São Paulo, 1993.
- PEVSNER, Nikolaus. Pioneiros do Desenho Moderno. Lisboa/Rio de Janeiro, Ulisséia, 1962.
- PIERCE, C. S. Philosophical Writings. New York, Doves, 1955.
- PIGNATARI, Décio. Informação, Linguagem, Comunicação, São Paulo, Perspectiva, 1968.

-
- _____. Semiótica & Literatura. 2ª ed São Paulo, Cortz & Moraes, 1979.
- PORTER, M. E. Estratégia Competitiva. 7ª ed. Rio de Janeiro, Campus, 1986
- PORTER, M. E. Vantagem Competitiva das Nações. 4ª ed. Rio de Janeiro, Campus, 1989
- POSSI, Ambrogio. Hotelaria. in: Concurso Jovem Designer, Lisboa, ICEP – Investimento, Comércio e Turismo de Portugal, 1992
- PRAHALAD, C.K.; Hamel, G. – The Core Competence of the Corporations. Harvard Business Review, p. 79-91, may-aug. 1990.
- QUINN, J.B. Managing Innovation: Controlled Chaos. Harvard Business Review, p. 73-84, may-june 1985.
- REDIG, J. Sentido do Design. Rio de Janeiro, Ed. Imprinta, 1983.
- RICHES, R. O que é Marketing. Ed. Brasiliense, São Paulo, 1989.
- RICHESON, David W. Modern Ceramic Engineering, properties, processing and use in design. New York, Marcel Dekker, 1982.
- SOUZA SANTOS, Persio. Tecnologia de Argilas. 2ª ed., São Paulo, Edgard Blucher/EDUSP, 1989. 2v .
- SCHEUER, Herta Loëll. A Tradição da Cerâmica Popular. São Paulo, Livramento, 1982.
- SINGER, F. & SINGER, S. Ceramica Industrial. Bilbao, Urmo, 1971. 3v.
- SHEPPARD, Laurel Designing for Manufacturing in: American Ceramic Society Bulletin, New York (?), vol 72, nº 12, dezembro 1993, 48-57.
- STARCK, Phillippe. In: ESTRADA, Maria Helena. Phillippe Starck: a última grande vedete. São Paulo, ArcDesign, anol, nº2, out/nov, 1997. P. 18-25.
- SUBIRATS, Eduardo. Da Vanguarda ao Pós-Moderno. 3ª ed., São Paulo, Nobel, 1987.
- THACKARA, John et alii Design and Modernism: Beyond the object. London, Thames and Hudson, 1988.
- TOSTO, Pablo La Composición Áurea en las Artes Plásticas. reprografia, sem local, sem editora, s.d.
- WHARLTON, T.J. & WHITE, E.M. Flexibility and Automation: Patterns of Evolution Operations. Management Review, vol.6, n.3, p. 1-8, 1988.
- WASSERMAN, A. Como Administrar o Processo de Design. FIESP/ CIESP/DETEC – Desenho Industrial, Série de Papers, São Paulo, outubro 1992.
-

- VEB- Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Form und Dekor. Leipzig, 1983
- VIIKARI, Tapio Yli. Reflexões sobre o Tempo e a Memória. in: Concurso Jovem Designer, Lisboa, ICEP – Investimento, Comércio e Turismo de Portugal, 1994.
- VITTEL, Claude. Cerâmica (pastas e vidrados). Madrid, Paraninfo, 1978.
- WORRALL, W. E. Clays and Ceramic, raw materials. 2ª ed London, Elsevier Applied Science, 1986.
- _____, Ceramic raw materials, 2ª ed Leeds, Bergamon, 1982.
- WILCOX, S. Como o "Bom Design" Evita Problemas com o Usuário. IESP/CIESP/DETEC – Desenho Industrial, Série de Papers, São Paulo, novembro 1992.
- ZUBOFF, S. et alii. Can Reserch Reinvent the Corporation? Harvard Business Review, p. 164-175, march-april 1991.

PERIÓDICOS

00. ABITARE, Milano, 1992 -
01. AMERICAN CRAFT. New York, American Craft Council, vol. 50/1992-
02. AMERICAN CERAMIC SOCIETY BULLETIN. Westerville, American Ceramic Society, vol.71/1992-
03. AXIS – WORLD DESIGN JOURNAL. Tokyo, Axis Inc., vol 43/1992-
04. CERÂMICA. São Paulo, Associação Brasileira de Cerâmica, Ano 38/1992-
05. CERÂMICA INFORMAZIONE. Milano, Ano 1992-
06. DESIGN. London, Design Council, 1992-
07. DESIGN & INTERIORES. São Paulo, RAL, Ano 6/ 1992-
00. GRAPHIS, New York, Graphis Press Corp., 1992-
08. I.D. The International Design Magazine. New York, 1992-
09. INTERCERAM - INTERNATIONAL CERAMIC REVIEW. Freiburg, Verlag Schmid Publication, 1992-
10. INTERNI. Milano, Elemond, 1992- 00. KERAMIKOS – INTERNATIONAL CERAMICS MAGAZINE, Milano, A.I.E., 1992 -
11. L'INDUSTRIE CÉRAMIQUE. Paris, Septima, 1992- ON - DISEÑO, Barcelona, 1992-
12. OTTAGONO. Milano, 1992-